

**Перспективы планирования устойчивости городов к ливневым опасностям в контексте изменения климата: ключевые концепции, базовые идеи и общие рамки\***  
**ЧЖАЙ Гофан**

Резюме В последние годы в Китае часто случались городские дожди и наводнения, что приводило к огромным жертвам и экономическим потерям. С одной стороны, партия и правительство Китая придавали большое значение реагированию на городские дожди и наводнения и ввели ряд политик и мер, включая строительство устойчивых городов; с другой стороны, международное сообщество все больше подчеркивало изменение климата и его влияние на городские дожди и наводнения, а также экономическое и социальное развитие. Однако нет четких административных указаний или рекомендаций о том, как реализовать концепцию устойчивого городского строительства в системе территориального пространственного планирования Китая, и нет четких административных указаний или рекомендаций о конкретной оперативной практике планирования. С точки зрения планирования мы разрабатываем коннотацию ключевых понятий, таких как устойчивость к городским дождям и наводнениям и риск городских дождей и наводнений, и на основе международного опыта реагирования на городские дожди и наводнения в сочетании с опытом автора в области планирования мы пытаемся выдвинуть основную идею и обобщенную структуру реагирования на городские дожди и наводнения в контексте изменения климата с точки зрения планирования, основанную на пятимерной системе процесса, элемента, субъекта, уровня и типа бедствия управления рисками. Структура.

Ключевые слова опасность городских ливневых вод; устойчивое реагирование; изменение климата; основные идеи; общие структуры

**Устойчивое планирование реагирования на городские наводнения в контексте изменения климата: ключевые концепции, фундаментальные идеи и комплексная структура ЧЖАЙ Гофан**

Аннотация: В последние годы в Китае наблюдается всплеск городских наводнений, что приводит к большим жертвам и экономическим потерям. Партия и правительство реализовали ряд политических мер по смягчению опасности наводнений, включая развитие устойчивых городов, с другой стороны, изменение климата с его растущими экономическими и социальными последствиями. с другой стороны, изменение климата с его растущими экономическими и социальными последствиями привлекает все большее внимание на международном уровне. Однако в рамках национальной системы территориального пространственного планирования четкое административное руководство по реализации стратегий устойчивого города является недостаточным. Однако в рамках национальной системы территориального пространственного планирования четкое административное руководство по реализации стратегий устойчивого города является недостаточным. С точки зрения планирования в этой статье кратко объясняются ключевые концепции, такие как устойчивость городов к наводнениям и опасность городских наводнений. Опираясь на международный опыт в области устойчивого управления рисками наводнений в городах и практику планирования автора, в этой статье представлена комплексная структура планирования для устойчивого управления рисками наводнений в городах. - Опираясь на международный опыт в области устойчивого управления рисками наводнений в городах и практику планирования автора, в этой статье представлена комплексная структура планирования для устойчивого реагирования на городские наводнения в эпоху изменения климата. Структура

охватывает пять измерений управления рисками, включая процесс реагирования, элементы риска, органы управления стихийными бедствиями, уровни риска и типы риска. Структура охватывает пять измерений управления рисками, включая процесс реагирования, элементы риска, органы управления стихийными бедствиями, уровни риска и типы риска.

Ключевые слова: городские наводнения; меры по повышению устойчивости; изменение климата; основные идеи; общая структура.

Китайский графический классификационный номер TU984 Литературный символный код A DOI 10.16361/j.upf.202401004

Номер устава 1000-3363 (2024) 01- 0029- 09

Благодаря постоянному строительству и совершенствованию противопаводковых сооружений в Китае удалось в определенной степени взять под контроль городские наводнения, при этом среднегодовая численность пострадавшего населения сократилась со 180 миллионов в 1990–2000 годах до 100 миллионов в 2010–2018 годах, а соответствующая численность населения

Уровень смертности снизился с 21,1 до 6,6 на миллион пострадавшего населения, а число смертей сократилось с 3909 в год.

Профиль автора

Чжай Гофан, профессор и директор докторантуры Школы архитектуры и городского планирования Нанкинского университета, директор Научно-исследовательского центра по развитию городской безопасности, guofang\_zhai@nju.edu.cn

\* Это исследование было поддержано Национальной программой ключевых исследований и разработок Китая в рамках Ключевых технологий и оборудования для устойчивого развития городов и поселков (Исследования и применение ключевых технологий для повышения устойчивости городской системы) (Проект № 2023YFC3805204); и оно было переписано в соответствии с презентацией автора на 20-м «Форуме по развитию дисциплин городского планирования в Китае». На основе выступления автора на 20-м «Форуме по развитию дисциплин городского планирования в Китае».

[1] Однако в последние годы сильные дожди и наводнения продолжают происходить, что приводит к серьезным потерям. 20 июля 2021 года в городе Чжэнчжоу провинции Хэнань прошел очень сильный ливень, в результате чего 292 человека погибли и 47 пропали без вести. Однако в последние годы сильные дожди и наводнения продолжают происходить, что приводит к серьезным потерям. 20 июля 2021 года в городе Чжэнчжоу провинции Хэнань погибло 292 человека, 47 пропали без вести, а прямые экономические потери составили 40,9 млрд юаней. 33 человека погибли и 18 пропали без вести в Пекине, а 29 человек погибли и 16 пропали без вести в провинции Хэбэй в результате экстремальных осадков, которые прошли в Пекине-Тяньцзине-Хэбэе с 29 июля по 1 августа 2023 года. 3 Последствия экстремальных осадков были заметными. В провинции Хэбэй погибло 29 человек, а 16 пропали без вести. Кроме того, отношение экономических потерь, вызванных дождями и наводнениями, к ВВП Японии с 2010 по 2020 год составляет 0,186% [2], что составляет всего лишь менее половины от показателя Китая, а это означает, что в Китае еще многое предстоит сделать для улучшения защиты от дождей и наводнений.

Партийные комитеты и правительства всех уровней в Китае придают большое значение городскому развитию.

Реагирование на дождевые и наводнительные бедствия «Рекомендации Центрального комитета Коммунистической партии Китая по разработке четырнадцатого пятилетнего плана национального экономического и социального развития и видения и целей на период до 2035 года», опубликованные 3 ноября 2020 года, предлагали усилить реконструкцию старых городских районов и строительство сообществ, повысить способность городов предотвращать наводнения и дренаж, а также строить города-губки и устойчивые города. В ноябре 2021 года Пекин опубликовал Руководящие мнения по ускорению строительства устойчивых городов, став первым городом в стране, официально выпустившим руководящие мнения по строительству устойчивых городов.

Межправительственная группа экспертов ООН по изменению климата (Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) , которая последовательно публиковала различные части Шестого оценочного доклада с августа 2021 года, четко заявляет, что выбросы парниковых газов человеком в результате сжигания ископаемого топлива создали беспрецедентную и необратимую проблему глобального потепления, которая приведет к тому, что экстремальные ливневые явления станут более частыми, более мощные тайфуны и ураганы станут более мощными, а смертельные волны тепла станут необычными, и что совокупность экстремальных погодных явлений также станет более частой. Говорят, что девять из 15 экстремальных точек невозврата глобального изменения климата были активированы, и человеческая цивилизация находится под угрозой уничтожения дождями и наводнениями, высокими температурами и другими климатическими катастрофами <sup>[3-4]</sup> . Китайский центр по изменению климата Китайского метеорологического управления (СМА) 4 августа 2021 года опубликовал «Китайскую синюю книгу по изменению климата (2021)» , в которой также указано, что среднегодовое количество осадков в Китае имеет тенденцию к росту, в среднем увеличиваясь на 5,1 мм за десятилетие , и что среднее количество дней с осадками в году имеет значительную тенденцию к снижению, в то время как совокупное количество дней с сильными дождями имеет тенденцию к росту, что указывает на увеличение риска возникновения дождей и наводнений. В контексте растущей обеспокоенности глобальным изменением климата и устойчивостью городов

В контексте городского планирования и строительства, как реализовать концепцию устойчивого городского строительства в территориальном пространственном планировании Китая, с точки зрения теории и технологии, хотя и имеются относительно богатые результаты исследований, но понимание этого вопроса сообществом планировщиков не является полным.

Полная гармонизация [5-8] . В настоящее время в процессе планирования, хотя уже существуют «Комплексные правила планирования предотвращения стихийных бедствий для территориального пространства», это все еще только требование к содержанию различных уровней и типов планирования [9] , и нет четкого административного руководства или руководства о том, как повысить устойчивость городских ливневых стоков и смягчение последствий стихийных бедствий в контексте изменения климата. В этой статье, разрабатывая основную коннотацию ключевых понятий, таких как стихийные бедствия в городах и устойчивость к стихийным бедствиям в городах, и опираясь на международную структуру реагирования на стихийные бедствия в городах в сочетании с пятимерной системой управления устойчивостью, предложенной автором [10] , мы проводим предварительное размышление и обсуждение основной идеи и общей структуры реагирования на стихийные бедствия в городах в контексте изменения климата, и мы с нетерпением ждем возможности предоставить несколько идей для планирования и строительства городов в Китае, устойчивых к стихийным бедствиям в городах. Ожидается, что он предоставит ряд идей для планирования и строительства городов в Китае, устойчивых к дождям и наводнениям.

## **1 Ключевые концепции, связанные с устойчивостью к опасностям городских ливневых вод**

Внимание Китая к устойчивости к городским дождям и наводнениям возникло относительно поздно, начиная со статьи Ван Хуэя и др . <sup>[11]</sup> в 2016 году. Большинство наших определений устойчивости к городским дождям и наводнениям заимствованы из общего определения устойчивости к городским дождям и наводнениям и не отражают специфику городских дождей и наводнений. Далее, основываясь на эволюции определения устойчивости к городским дождям и наводнениям в стране и за рубежом, мы обсуждаем концептуальное значение устойчивости к городским дождям и наводнениям и его основные характеристики с точки зрения дисциплины планирования, а также анализируем концептуальные сходства и различия с риском городских дождей и наводнений.

### **1.1 Устойчивость к городским ливневым водам**

Устойчивость к городским ливневым катастрофам является конкретным отражением применения концепции городской устойчивости к борьбе с городскими ливневыми катастрофами, а устойчивость и устойчивый город начали становиться горячей точкой обсуждения городских исследований только 10 лет назад <sup>[12-13]</sup> . Устойчивость ( resilience ) изначально является

механической концепцией, означающей возврат к исходному состоянию. Устойчивость была введена в экологию канадским экологом Холлингом <sup>[14]</sup> в 1973 году, а затем введена в городские исследования Вонгом и др. <sup>[15]</sup> в 2009 году, сформировав концепцию устойчивого города, которая считает, что как город, интегрирующий различные системы, он должен быть спроектирован так, чтобы иметь возможность лучше противостоять угрозе бедствий и сокращать потери от бедствий. Существует много исследований, применяющих концепцию устойчивого города к городским дождям и наводнениям, например, Чжоу Инань и др. <sup>[16]</sup> определили устойчивость к городским дождям и наводнениям с трех аспектов устойчивости, таких как субъект, объект и коннотация устойчивости, основанные на концепции устойчивости от МГЭИК, но в основном ограниченные балансом канализационной системы. <sup>[17]</sup> По этой причине, Бруйн и др. <sup>[18]</sup> призвали к интеграции социальной уязвимости в ответ на дожди и наводнения, чтобы защититься от дождей и наводнений, которые становятся бедствиями. Агентство ООН по снижению риска бедствий (UNISDR) <sup>[19]</sup> определяет устойчивость с точки зрения человеческих, экологических и экономических аспектов.

и что необходимо повысить устойчивость каждого аспекта. Большинство текущих дискуссий об устойчивости к опасностям городских ливневых вод исходят из областей экологии или гидрологии, которые являются скорее внешними расширениями своих конкретных областей, и реже рассматривают городские ливневые воды с точки зрения динамического развития города в целом, т. е. от целого к частям.

По мнению автора, город, устойчивый к дождям и наводнениям, относится к городу, который обладает способностью противостоять поглощению, учиться адаптироваться и быстро восстанавливаться, когда он подвергается воздействию дождя и наводнения. Размер городских потерь от дождей и наводнений, не только с мерами защиты до бедствия, но и с бедствием после реагирования на чрезвычайные ситуации, восстановления и реконструкции после бедствия и т. д., поэтому необходимо учитывать реагирование на городские дожди и наводнения во всем процессе, общие экономические и социальные последствия, вызванные городскими дождями и наводнениями, сводятся к минимуму. Другими словами, город с устойчивостью к дождям и наводнениям не является ни городом без явлений дождя и наводнения, ни городом без потерь от дождей и наводнений, а городом, где жертвы, экономические потери и последствия для функционирования городских функций не только невелики, но и могут быть быстро восстановлены после удара дождя и наводнения. Чем сильнее устойчивость к дождям и наводнениям, тем меньше общее воздействие на экономику и общество города, и наоборот. Таким образом, устойчивость к городским дождям и наводнениям подразумевает не только способность быстро реагировать на восстановление после стихийных бедствий, но и способность противостоять внешним потрясениям, смягчению последствий стихийных бедствий и оказанию помощи в случае их возникновения, с дальновидностью, надежностью, инновациями, стабильностью, избыточностью, гибкостью, адаптивностью, разнообразием, независимостью, зависимостью от лени, гибкостью, сетевым подключением, высокой эффективностью и коллективным характером, справедливостью, способностью к самообучению, способностью к самоорганизации и многими другими характеристиками.

Оценка устойчивости к городским дождям и наводнениям является ядром и основой городского планирования устойчивости к городским дождям и наводнениям, которое будет способствовать установлению базовой линии строительства устойчивости, уточнению потребностей строительства устойчивости и постановке целей, мониторингу прогресса строительства устойчивости, пониманию затрат и выгод строительства устойчивости и оценке эффективности политики, и поэтому имеет большое значение. Из-за богатой коннотации самого понятия «устойчивость», из процесса разработки устойчивости, инженерной устойчивости, экологической устойчивости и эволюционной устойчивости, из устойчивости факторов, влияющих на устойчивость инфраструктуры, экономической устойчивости, социальной устойчивости и институциональной устойчивости разницы между <sup>[20]</sup>, поэтому понимание устойчивости устойчивости различных точек зрения, следовательно, устойчивости города Поэтому методы оценки устойчивости города также очень красочны <sup>[21-22]</sup>. Существующая оценка устойчивости в основном основана на трех аспектах: (1) устойчивость как процесс <sup>[23]</sup>; (2) устойчивость как результат состояния <sup>[24]</sup>; (3) устойчивость

как всеобъемлющая концепция, включающая многомерные коннотации и характеристики <sup>[25]</sup>.

### 1.2 Риск катастрофы из-за городских ливневых вод

С концепцией устойчивости к городским ливневым катастрофам тесно связан также риск городских ливневых катастроф. В этой статье утверждается, что риск городских ливневых катастроф — это возможность городской ливневой катастрофы и ее последствий. С точки зрения теории вероятности существует только бесконечно малая вероятность, нет абсолютно нулевой вероятности, следовательно, существует только абсолютно малый риск, нет «нулевого» риска. Другими словами, нет абсолютной безопасности, только относительная безопасность. Так называемая безопасность городских ливневых катастроф — это приемлемый уровень индивидуального или социального риска городских ливневых катастроф. Этот приемлемый уровень зависит не только от уровня риска других катастроф, таких как землетрясения, оползни, сели и т. д., но также от местной экономики, общества, культуры и политической системы с более сложным механизмом формирования <sup>[26]</sup>.

Классификация факторов, влияющих на риск городских ливневых вод, обычно основана на опасности, подверженности и уязвимости.

( Существует трихотомия уязвимости <sup>[27]</sup>, но также существует тетрахотомия причинных факторов, подверженности, уязвимости и реакции <sup>[28]</sup> ( МГЭИК 2023 ). Однако из-за взаимодействия между природными, экономическими, социальными и политическими системами в 6-м докладе МГЭИК делается вывод о том, что линейная традиционная модель оценки риска и управления больше не подходит для реагирования на дожди и наводнения в контексте изменения климата, и что необходима модель развития, устойчивая к изменению климата, основанная на сочетании климатических, экологических и гуманитарно-социальных систем <sup>[29]</sup> .

Связь между городским дождем и устойчивостью к наводнениям и факторами, влияющими на риск бедствий, связанных с дождем и наводнением, как в узком смысле уязвимости, так и в понимании подверженности носителя и уязвимости более широкого понимания факторов, включая опасность, подверженность, уязвимость и т. д. По мнению автора, по сравнению с управлением рисками, которое фокусируется на изучении мер по снижению риска от факторов, вызывающих бедствия, управление устойчивостью фокусируется на размышлениях о том, как справиться с риском бедствий со стороны человеческого общества как носителя бедствий, что очень похоже на разницу в идеях лечения между западной медициной и традиционной китайской медициной.

## 2 Международные разработки в области реагирования на городские ливневые катастрофы

Реагирование на городские дожди и наводнения охватывает естественные, политические, экономические, социальные, культурные и технологические аспекты и является систематическим проектом, в котором естественные науки, социальные науки, гуманитарные науки и другие области накопили относительно богатые результаты исследований. Австралия, Япония, Великобритания, США и другие развитые страны, а также Организация Объединенных Наций, Всемирный банк и другие международные организации придают большое значение управлению городскими дождями и наводнениями.

Помимо влияния изменения климата на городские дожди и наводнения, был представлен ряд относительно систематических и всеобъемлющих политических документов, которые заслуживают внимания для нашей страны.

### 2.1 Австралия

Ответ Австралии на городские ливневые затопления в контексте изменения климата, Сборник австралийских справочников по устойчивости к стихийным бедствиям: Справочник 7 : Управление наводнениями: Руководство по передовой практике управления рисками наводнений в Австралии <sup>[30]</sup> , представленный в 2017 году, устанавливает необходимость совместного, упреждающего, консультативного и информированного подхода к принятию рисков, которые не могут быть устранены, и призывает к соответствующей ответственности отдельных лиц за готовность сообщества к стихийным бедствиям. Сборник австралийских справочников по устойчивости к стихийным бедствиям 2020 года : Планирование чрезвычайных ситуаций, связанных с ливневыми водами, ориентированное на устойчивость к стихийным бедствиям <sup>[31]</sup> устанавливает содержание



и ключевые процессы для подготовки городского планирования чрезвычайных ситуаций, связанных с ливневыми водами, с точки зрения устойчивости к стихийным бедствиям.

## 2.2 японский

Учитывая, что изменение климата может оказать большое влияние на количество осадков, уровень прибрежных приливов и т. д., Япония пересмотрела «Руководящие принципы по подготовке комплексных планов управления ливневыми водами»<sup>[32]</sup> в 2021 году и выпустила «Руководящие принципы по противопаводковым мерам для правительства и граждан: объяснение системы зонирования противопаводковых мер»<sup>[33]</sup>. В 2022 году были скорректированы основные руководящие принципы управления реками, а концепции управления реками, технологические пути и процессы реагирования были значительно изменены с упором на управление бассейнами и зональное реагирование<sup>[34]</sup>. Основной подход к управлению реками был скорректирован в 2022 году с серьезными изменениями в концепциях управления реками и процессах реагирования, с упором на управление водоразделами и зональное реагирование, а также с увеличением в 1,2 раза целевых показателей планирования речного стока в контексте изменения климата<sup>[34]</sup>.

## 2.3 Соединённое Королевство Великобритании и Северной Ирландии

Обзор публикации 2011 года, подготовленный Агентством по охране окружающей среды Великобритании в 2020 году

Национальная стратегия Великобритании по управлению рисками наводнений и прибрежной эрозии<sup>[35]</sup> была пересмотрена, чтобы изложить долгосрочное видение реагирования страны на дожди и наводнения, которое должно быть подготовлено и устойчиво к наводнениям и изменениям прибрежной зоны сегодня, завтра и в 2100 году. Это выражено в трех целях: во-первых, климатически устойчивые места; во-вторых, сегодняшний рост и инфраструктура, устойчивые к завтрашнему климату; и в-третьих, климат, готовый реагировать и смягчать последствия наводнений и изменений прибрежной зоны. сегодняшний рост и инфраструктура, устойчивые к завтрашнему климату; и в-третьих, страна, готовая реагировать и адаптироваться к наводнению и прибрежному изменению. Планирование водораздела обычно следует итеративному процессу постановки целей - возможных мер - технической осуществимости и анализа затрат и выгод - и интеграции целей и ответов.

## 2.4 Соединенные Штаты Америки

Управление городскими ливневыми водами в Соединенных Штатах до 1950-х годов в основном было сосредоточено на строительстве водохранилищ, подъемных сооружений для борьбы с наводнениями и других инженерных сооружений для борьбы с наводнениями, а после 2011 года его внимание сместилось на повышение устойчивости, технологические достижения, информирование о рисках и опасения по поводу изменения климата, усугубляющего бедствия, связанные с ливневыми водами, что привело к оценке рисков и информации о рисках, информированию о рисках, раннему предупреждению, смягчению рисков и готовности к рискам, передаче рисков и финансированию рисков, городской системе управления рисками дождей и наводнений, состоящей из реагирования на последствия стихийных бедствий и реконструкции, обратной связи по мониторингу и оценке, участия многих заинтересованных сторон, увеличения финансовых инвестиций, обучения и образования, а также последствий изменения климата<sup>[36]</sup>.

## 2.5 Всемирный Банк

Всемирный банк 2021 предлагает инновационную модель управления городскими ливневыми катастрофами — Рамочную модель реагирования EPIC [37], которая основана на сочетании мер по обеспечению, планированию и управлению.

( планирование ), инвестиции (инвестирование) и контроль ( контроль ) и другие четыре аспекта для реализации быстрого реагирования на городские наводнения и засухи ( реагирование ). Реагирование в основном включает мониторинг и раннее оповещение, экстренное спасение, восстановление и реконструкцию, а также финансирование рисков. Инновация этой модели заключается в изменении предыдущего пассивного реагирования на текущее активное реагирование посредством интеграции различных государственных программ, чтобы воспроизвести нисходящий каскад влияния, поэтому ее также называют совместным правительством, ведущим подход всего общества.

## 2.6 Объединенные Нации

Организация Объединенных Наций уже давно подчеркивает опасность городских ливневых вод и повышение устойчивости к изменению климата, и еще в 2007 году выпустила Руководство по снижению потерь от наводнений<sup>[38]</sup> представляет собой структуру для оценки и управления рисками наводнений, включая системы естественного мониторинга, строительство объектов, подверженных опасности наводнений, оценку уязвимости, оценку риска, цели защиты/приемлемость риска, планирование/меры по смягчению последствий, реализацию и циклическую оценку. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий была завершена в 2023 году.

Он также провел среднесрочный обзор прогресса в реализации Повестки дня на 2015–2030 годы и с нетерпением ожидал будущей работы, призвав все государства-члены изменить свой подход и повысить устойчивость к бедствиям на основе системного подхода с целостным подходом, охватывающим все опасности, все общество, весь процесс, весь регион и все факторы, с тем чтобы эффективно снизить риск бедствий и полностью реализовать цели Повестки дня на период до 2030 года.<sup>[39]</sup>

## 2.7 заворачивать

Независимо от того, идет ли речь о системе управления городскими ливневыми водами, реализуемой развитыми странами, или о системе управления городскими наводнениями, пропагандируемой международными организациями, это не тот случай.

В рамках устойчивого реагирования на стихийные бедствия, связанные с ливневыми водами, подчеркиваются следующие девять аспектов, несмотря на различия в перспективах, направленности и выражении обеспокоенности по поводу городских стихийных бедствий, связанных с ливневыми водами. Во-первых, городские стихийные бедствия требуют систематического управления; во-вторых, риск городских стихийных бедствий, связанных с ливневыми водами, не может быть полностью устранен, т. е. не существует «нулевого» риска; в-третьих, эффективное реагирование на городские стихийные бедствия, выходящее за рамки стандарта обороны, является фокусом будущего управления ливневыми водами; в-четвертых, городские стихийные бедствия требуют как инженерных, так и неинженерных мер, но фокус будет разным на разных этапах экономического и социального развития; в-пятых, карты пойм, карты затоплений ливневыми водами и карты затоплений ливневыми водами будут использоваться для управления городскими наводнениями. В-пятых, карты пойм, карты опасности наводнений, планирование землепользования, территориальное пространственное планирование и т. д. играют важную роль в управлении городскими дождями и наводнениями; в-шестых, существуют контрмеры с разной направленностью на разных этапах бедствия (до, во время и после); и в-седьмых, различные участвующие органы, такие как правительство, общество, предприятия и отдельные лица, играют важную роль в управлении городскими дождями и наводнениями; процесс формулирования стратегий реагирования на городские ливневые катастрофы включает в себя выявление рисков, оценку опасностей, оценку устойчивости, многосценарную оценку рисков, определение целей безопасности и разработку стратегий реагирования; а изменение климата может усугубить городские ливневые катастрофы. Опираясь на существующую структуру реагирования на городские дожди и наводнения, одной из основных задач этой статьи является построение обобщенной структуры, которая может охватывать все вышеперечисленное и направлять подготовку планирования реагирования на городские дожди и наводнения в контексте системы территориального пространственного планирования.

## 3 Основные идеи для устойчивого реагирования на городские дожди и наводнения

В дополнение к практическим случаям развитых стран и международных организаций, представленным выше, многие ученые обратили внимание и обсудили реакцию устойчивости на городские дожди и наводнения. Например, Ма Кун и др.<sup>[40]</sup> изучили модель управления наводнениями из-за дождевой воды в холмистом граните с точки зрения естественной системы, основанной на теории устойчивости; Ян Фань и др.<sup>[41]</sup> исследовали пути трансформации и реализации системы управления устойчивостью к городским наводнениям с точки зрения интеллекта; Йе и др.<sup>[42]</sup> построили структуру планирования и проектирования многомасштабной устойчивости к наводнениям с дождевой водой с точки зрения ИИ на основе концептуальной

модели устойчивой городской формы Шарифи и др. <sup>[43]</sup>; Ван Пик и др. <sup>[44]</sup> обсудили теоретическую основу реагирования на катастрофы с дождевыми наводнениями с точки зрения застроенной среды, сосредоточившись на городе. Ван и др. исследовали теоретическую основу устойчивости к дождю и наводнениям с точки зрения застроенной среды. Вообще говоря, исследования устойчивости к дождю и наводнениям в основном сосредоточены на одном аспекте, который влияет на устойчивость к городским дождям и наводнениям, либо на застроенной среде, механизме дождя и наводнения, либо на применении новых технологий, но исследования устойчивости к городским дождям и наводнениям с точки зрения системы в целом все еще относительно невелики. Поэтому данная статья основана на практических примерах развитых стран и политических рекомендациях крупных международных организаций по реагированию на городские дожди и наводнения.

Попытки исследовать построение новой структуры для реагирования на городские дожди и наводнения в контексте изменения климата с точки зрения планирования, в частности, во-первых, на основе установления системного мышления и мышления устойчивости, из всего процесса управления, всех факторов, участия всего общества, в соответствии с местными условиями, в соответствии с соответствующим бедствием и другими пятью измерениями (т. е. процесс, элементы, основная часть, масштаб /уровень, тип бедствия), для координации реагирования на городские дожди и наводнения с планированием и реализацией. Ниже приводится резюме пяти измерений

### 3.1 Два основных способа мышления

#### 3.1.1 системное мышление

Будь то водораздел или город, это самоорганизующаяся система, которая развивается и развивается посредством соединения различных подсистем, таких как природные, экономические, социальные, политические, культурные и инфраструктурные системы, каждая из которых формируется в разное время и с разной скоростью, и в то же время непрерывно обменивается материалом и энергией с внешней частью системы для поддержания ее работы. Такие бедствия, как дожди и наводнения, можно рассматривать как корректировки во взаимоотношениях внутри или между подсистемами, или между внешней частью системы и системой, которые встроены в эволюционный процесс территориальной системы. Только посредством взаимной координации между подсистемами территории, такой как водораздел или город, вся система может реализовать устойчивое развитие. С другой стороны, водораздел или город, с пространственной точки зрения, существуют не только в своей внутренней пространственной системе, но и в своей внешней пространственной системе, которые вместе образуют полную территориальную систему.

#### 3.1.2 Устойчивое мышление

Поскольку абсолютной безопасности не существует, необходимо определить приемлемый уровень риска катастрофы, связанной с осадками, то есть нижнюю границу. Насколько безопасно достаточно безопасно? Это один из самых основных вопросов в анализе риска и выгоды, не только по воспринимаемому риску, воспринимаемым выгодам, атрибутам риска и приемлемому уровню риска и другим факторам, таким как <sup>[45]</sup>, но и по относительной величине риска осадков среди всех рисков, а также по экономическим, технологическим, институциональным и другим влияниям. Относительная величина риска ливневых вод среди всех рисков, а также по экономическим, социальным, технологическим и институциональным влияниям. Этот приемлемый уровень часто является основой для разработки стандартов городской фортификации. Для экстремальных осадков, которые превышают стандарты фортификации, хотя вероятность мала, если они происходят, ущерб огромен, поэтому важно быть готовым справиться с этим соответствующим образом. Таким образом, мышление об устойчивости заключается не только в наличии определенного стандарта реагирования на укрепление, то есть «+ стандарт укрепления», но и в наличии разумного реагирования на дожди и наводнения, выходящие за рамки стандарта укрепления, то есть «стандарт укрепления +», унифицированный и, короче говоря, «+ стандарт укрепления +».

### 3.2 Пять основных измерений

#### 3.2.1 всеобъемлющая разработка политики

Катастрофы случаются, и иногда кажется, что они внезапны. выдается, но на самом деле часто



проходит более длительный процесс разработки. Весь процесс управления рисками городских дождей и наводнений включает три этапа, включая управление рисками до стихийных бедствий, эвакуацию и спасение при стихийных бедствиях, а также восстановление и реконструкцию после стихийных бедствий, которые взаимосвязаны. На различных этапах до стихийных бедствий, стихийных бедствий, после стихийных бедствий, через всю катастрофу, весь регион, весь элемент, весь субъект комплексного управления, может в целом повысить предотвращение и устойчивость городских дождей и наводнений, чтобы свести к минимуму потери от городских дождей и наводнений, что в частности отражено в концепции страны по предотвращению, смягчению и ликвидации последствий стихийных бедствий в новую эру предотвращения и смягчения последствий стихийных бедствий, выдвинута концепция «двух придерживаться, трех преобразований»: настаивать на сочетании, ориентированном на предотвращение, предотвращение, сопротивление и спасение; придерживаться единства обычного сокращения стихийных бедствий и нестандартного сокращения стихийных бедствий; от сосредоточения на ликвидации последствий стихийных бедствий к сосредоточению на изменении до предотвращения стихийных бедствий; от реагирования на один тип стихийных бедствий к всеобъемлющему изменению сокращения стихийных бедствий; от сокращения потерь от катастроф до изменения снижения риска катастроф. С точки зрения планирования, каждый этап может подготовить соответствующее планирование реагирования, например, экстренную эвакуацию и планирование спасательных операций во время катастрофы <sup>[46]</sup>.

### 3.2.2 Полное социальное участие

Основные органы управления рисками городских штормовых бедствий включают все уровни правительства, общества и отдельных лиц. Общество - это сумма людей и их отношений, а семьи, кварталы, школы, ассоциации, предприятия, сообщества и так далее являются основными единицами общества, но они играют разные роли в процессе управления городскими дождями и наводнениями. Случаи стихийных бедствий в Японии показывают, что спасение людей после катастрофы действительно армией и другими государственными спасательными командами составляет не большую долю - всего 1,7% , в основном все еще полагаются на индивидуальную самопомощь и местные общественные организации, чтобы помогать друг другу <sup>[47]</sup> , поэтому Япония в работе по предотвращению, смягчению и оказанию помощи придает большое значение тому, чтобы в полной мере задействовать правительственные департаменты «общественной помощи», предприятия - Поэтому Япония придает большое значение тому, чтобы в полной мере задействовать «общественную помощь» правительственных департаментов, «общую помощь» предприятий, социальных групп и других организаций, а также роль «самопомощи» отдельных жителей. Учитывая наши национальные условия, мы можем следовать принципу «государственной организации, экспертного руководства, отраслевого сотрудничества, участия общественности и научного принятия решений», чтобы в полной мере проявить энтузиазм всех органов управления и заинтересованных сторон.

### 3.2.3 общий факторный вклад

Повышение устойчивости к городским дождям и наводнениям не только неотделимо от вклада человеческих, финансовых, материальных, технологических и других ресурсных элементов, но и неотделимо от основы существующих мер реагирования на городские дожди и наводнения. Меры реагирования на городские дожди и наводнения, включая контроль за наводнениями, водохранилища, канализационную сеть и другие инженерные меры, но также включают осведомленность о бедствиях, навыки предотвращения бедствий, страхование от бедствий и другие неинженерные меры, а также законы и правила, технические стандарты, организации, механизмы управления и информационную поддержку для реализации инженерных мер и неинженерных мер по обеспечению защиты. Из-за крупных единовременных инвестиций в строительство городских сооружений по предотвращению стихийных бедствий, связанных с ливневыми водами, в сочетании с уникальным механизмом пребывания наших должностных лиц, в ограниченных финансовых ресурсах Обычно сложно расставить приоритеты. Однако в действительности выгоды от инвестирования в предотвращение стихийных бедствий высоки. По данным Комитета по смягчению последствий множественных опасностей Национального института строительных наук (NIBS), соотношение выгод и затрат при строительстве по стандарту

укрепления составляет 11 : 1 , при этом федеральные агентства финансируют соотношение выгод и затрат 6 : 1 . Еще большего соотношения выгод и затрат 4 : 1 можно достичь, строя здания, выходящие за рамки стандарта укрепления. <sup>[48]</sup> .

#### 3.2.4 (идиома) использовать методы, соответствующие местным обстоятельствам

На поверхности Земли есть и равнины, и горы, и моря; на ней есть и города, и деревни; на ней есть города первого уровня, такие как Шанхай, Шэньчжэнь, Пекин и Гуанчжоу, а также отдаленные города третьего и четвертого уровня, такие как Мохэ, Карамай и Маньчжурия; и на ней есть как город с «самыми обильными осадками» - Янь, - где дожди идут более 200 дней в году, так и город с очень небольшим количеством осадков, такой как город Турфан, где выпадает всего 16,5 мм в год. - Янь, где выпадает более 200 дождливых дней в году, и такие города, как Турфан, где выпадает очень мало осадков, со средним годовым количеством осадков всего 16,5 мм . Различные масштабы или уровни, такие как водоразделы, города или улицы, будут иметь разные цели, фокусы и пути управления осадками и наводнениями из-за различий в природных, экономических, социальных, технологических и других условиях. Поэтому различные административные единицы должны иметь разные стратегии борьбы с ливневыми затоплениями, даже в пределах одного водораздела или одной административной единицы (например, города), на основе научных работ по картированию рисков городских ливневых затоплений, чтобы адаптироваться к местным условиям и разрабатывать соответствующие меры реагирования.

#### 3.2.5 (идиома) использовать методы, соответствующие катастрофе

Городские ливневые катастрофы также можно разделить на множество типов в зависимости от механизмов их формирования и развития. Например, в зависимости от источника воды существуют основные и гостевые воды. Городские ливневые катастрофы в основном относятся к наводнениям и заболачиванию, первое в основном относится к сильным ливням и проливным дождям, вызывающим пороги водных путей, внезапные паводки и разливы рек, в то время как последнее в основном относится к накоплению воды в катастрофе. Как наводнение, так и заболачивание могут затопить сельскохозяйственные земли и разрушить окружающую среду и различные объекты. Возникновение городских ливней и наводнений часто вызывает вторичные катастрофы, такие как оползни, обвалы и проседания, что приводит к каскадному эффекту. ( каскадный эффект ); в экстремальных случаях это может происходить одновременно с другими катастрофами (землетрясениями, тайфунами, штормовыми нагонами и т. д.), что приводит к комплексной катастрофе.

( Возникновение городских дождей и наводнений не только повлияет на объект, на котором произошло бедствие, но иногда может даже иметь системный риск для всей территориальной системы <sup>[49]</sup> . Поэтому особенно важно прояснить типы городских ливневых катастроф и сформулировать меры по борьбе с ними.адрес

Система территориального пространственного планирования Китая состоит из «пяти уровней и трех типов», которые являются пятью административными уровнями государства, провинций, городов, уездов и поселков, а также тремя типами планирования: генеральным планированием, детальным планированием и специальным планированием. Устойчивое реагирование на городские дожди и наводнения не только включает территориальное пространственное планирование, но также относится к метеорологии, водному хозяйству, реагированию на чрезвычайные ситуации, жилищному строительству и многим другим департаментам, что является весьма всеобъемлющим систематическим проектом. Поэтому автор считает, что планирование предотвращения стихийных бедствий, сосредоточенное на предотвращении стихийных бедствий до стихийного бедствия, является особым типом планирования устойчивости безопасности, которое подчеркивает весь процесс, и эти два типа планирования, спроецированные в системе территориального пространственного планирования, то есть специальное планирование предотвращения стихийных бедствий и специальное планирование устойчивости безопасности, характерное для городских дождей и наводнений, представляет собой все виды специального планирования предотвращения наводнений и дренажа в городах и специального планирования устойчивости к дождям и наводнениям в городах, представляет собой связь между местным и целым. Очевидно, что планирование устойчивости к городским дождям и наводнениям также является полной системой, состоящей из «пяти уровней и трех

категорий», и если учитывать изменение климата, то также необходимо учитывать национальные и местные программы действий по решению проблемы изменения климата, формируя (специальное) планирование устойчивости к дождям и наводнениям в контексте изменения климата (рисунок 1). В последние годы работа по устойчивому городскому планированию быстро продвигалась вперед, при этом комплексное устойчивое городское планирование фокусировалось на всех типах бедствий, на всем процессе и на всем городе (например, Пекин, Чжэнчжоу, Синин и т. д.), а специализированное устойчивое городское планирование фокусировалось на реагировании на чрезвычайные ситуации после бедствий (рисунок 1).

(например, Планирование мест для экстренной эвакуации и спасения в Шэньчжэне и т. д.), а также существуют специальные планы для городов, устойчивых к дождям и наводнениям, которые готовы быть инициированы некоторыми городами на основе планирования и строительства городов-губок.

#### 4.2 Структура устойчивого реагирования на городские ливневые опасности с точки зрения планирования

На основе международного опыта и основных идей реагирования на городские дожди и наводнения, автор попытался построить общую структуру реагирования на городские дожди и наводнения с точки зрения планирования (Рисунок 2). На основе базовой логики системного мышления и мышления устойчивости, структура осуществляет планирование-реализацию-оценку-действие (PDCA) для повышения устойчивости к городским дождям и наводнениям в различных измерениях, таких как масштабы/уровни, процессы, элементы и участвующие субъекты, и в то же время реализует мониторинг и оценку и многосубъектную коммуникацию. Поскольку этапы реализации, оценки и действия не являются фокусом этой статьи, эта статья фокусируется на содержании планирования. На этапе планирования он включает в себя этапы определения инвентаризации рисков городских ливневых опасностей, оценки рисков и устойчивости городских ливневых опасностей, оценки рисков городских ливневых опасностей при различных сценариях, таких как изменение климата и экономическое и социальное развитие, определения цели повышения устойчивости городских ливневых опасностей, стратегии повышения устойчивости городских ливневых опасностей и определения ее приоритетов и классификации и т. д. На каждом этапе правительство, общество и отдельные лица, имеющие отношение к повышению устойчивости городских дождей и наводнений, должны участвовать в коммуникации, а затем определять, следует ли переходить к следующему шагу.

Оценка устойчивости к городским ливневым опасностям и оценка риска городских ливневых опасностей при различных сценариях являются основополагающими для общей структуры реагирования. Методы оценки устойчивости к городским наводнениям различаются в зависимости от цели оценки. Если цель состоит в том, чтобы понять пространственную и временную изменчивость, предпочтительны такие методы, как метод системы показателей оценки (EIS) [50] и метод комплексного индекса устойчивости (CRI) [51]. Если цель состоит в том, чтобы выяснить устойчивость к городским ливневым катастрофам, то лучше использовать метод системы индекса оценки и метод комплексного индекса устойчивости.

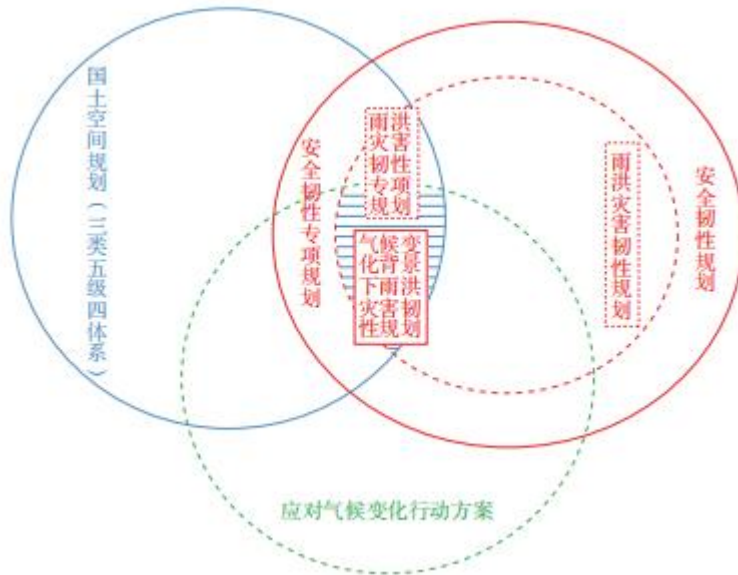


Рис.1 Взаимосвязь между территориальным пространственным планированием и планированием устойчивости в контексте изменения климата

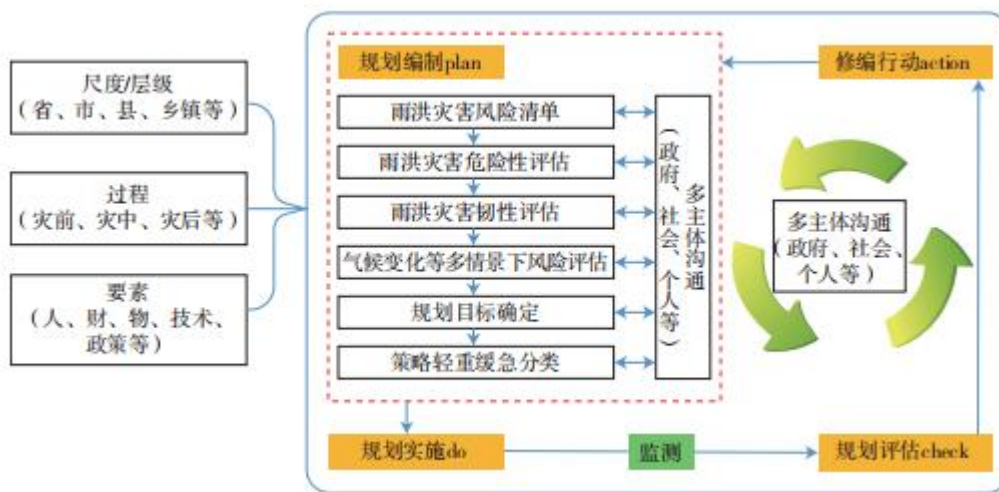


Рис.2 Общая схема планирования PDCA для устойчивого управления опасностью наводнений в контексте изменения климата

4 Общая структура для устойчивого реагирования на опасность городских ливневых вод с точки зрения планирования

4.1 Территориальное пространственное планирование и устойчивость городов к ливневым водам

Что касается недостатков или дефицита устойчивости, то метод оценки риска в экстремальных сценариях, используемый в планировании устойчивости земель Японии [52] и планировании устойчивости Нью-Йорка [53], является лучшим, и этот метод на самом деле все больше применяется в устойчивом городском планировании в Китае. Например, Специальный план устойчивого городского пространства Пекина (2022-2035) рассматривает наводнение Чжэнчжоу «7-20» 2021 года в качестве предельного сценария факторов, вызывающих бедствия, в условиях сценариев бедствий, связанных с дождями и наводнениями; Аварийная эвакуация и спасение в Шэньчжэне Пространственное планирование для экстренной эвакуации и спасения в Шэньчжэне (2021-2035) рассматривает максимальное количество эвакуированных после сильнейшего тайфуна

в истории в качестве предельного сценария для экстренной эвакуации и потребностей в спасении при бедствиях, связанных с дождями и наводнениями.

В дополнение к ограничивающим сценариям опасности городских ливневых вод, риск катастрофы ливневых вод также может быть оценен в рамках различных сценариев стратегии соответствия. Например, различные сценарии отдельных влияющих факторов, таких как стандарт защиты дамбы, мощность дренажной системы, конфигурация моторизованного дренажного насоса, своевременная скорость эвакуации жителей до катастрофы, скорость поверхностного обмывания, повышение температуры, повышение уровня моря и скорость покупки страховки от осадков или различные сценарии различных комбинаций двух или более факторов, могут быть использованы для качественной или количественной оценки размера риска катастрофы, связанной с осадками, и для определения основных факторов, влияющих на устойчивость катастрофы, связанной с осадками, в городе. Это определит основные факторы, влияющие на устойчивость к городским дождям и наводнениям, и обеспечит научную основу для формулирования целей и стратегий по повышению устойчивости к городским дождям и наводнениям.

Научное и обоснованное определение целей планирования устойчивости к ливневым опасностям в городах является душой успешного планирования. Цели планирования могут быть многоцелевыми, многоуровневыми и пространственно дифференцированными. Многоцелевой относится к устойчивости к городским дождям и наводнениям, цель строительства города не является единой, например, территориальное планирование прочности Японии в общей цели имеет четыре аспекта состава: максимизировать жизни людей для обеспечения безопасности; важные функции государства и общества не будут фатальными из-за внешних воздействий и могут поддерживать относительную стабильность системы; гарантировать, что имущество людей и общественные объекты сведут к минимуму степень виктимизации;

Способность быстро восстанавливаться после катастрофы. Многокалиберность относится к многочисленным защитным возможностям предотвращения, сопротивления и спасения в ответ на городские дожди и наводнения. Пространственная дифференциация относится к тому факту, что, поскольку пространственное распределение риска опасности дождя и наводнения, а также подверженности и уязвимости неоднородно, цели и стандарты планирования должны быть пространственно дифференцированы с точки зрения максимизации эффективности предотвращения катастроф. Например, Япония планирует изменить текущую практику единых стандартов для предотвращения наводнений в городах

(например, 1 раз в 5 лет осадков), и в зависимости от потенциального ущерба стандарт защиты от наводнений может быть соответствующим образом повышен для определенных участков (например, 1 раз в 7 лет или даже 1 раз в 10 лет) <sup>[54]</sup>.

5 Система устойчивых стратегий реагирования на городские дожди и наводнения

Городские дожди и наводнения развивались вместе с прогрессом человечества. С непрерывным прогрессом урбанизации также появлялись исследования стратегий преодоления городских ливневых катастроф, и было накоплено множество результатов исследований. Например, Агентство по охране окружающей среды США (EPA) совместно с Федеральным агентством по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA)

(По приглашению штата Вермонт, который был опустошен тропическим штормом Айрин, FEMA подготовило План восстановления и долгосрочной устойчивости Вермонта к ливневым водам (VHSRP) для разработки стратегий устойчивости городских ливневых вод на местном уровне планирования землепользования и политики правительства штата. В частности, часть местного планирования землепользования, от речного коридора (речной коридор), уязвимого поселения (уязвимое поселение), более безопасной зоны (безопасная зона), всего водораздела (весь водораздел) и других четырех аспектов реагирования на меры, осуществляемые в рамках очень подробных институциональных соглашений <sup>[55]</sup>. В Японии в условиях все более серьезной ситуации городских дождей и наводнений, с одной стороны, были пересмотрены и улучшены руководящие принципы планирования управления водными ресурсами более 10 лет назад, а также были разработаны аппаратное и программное обеспечение, совместимые с глобальным изменением климата.

и сбалансированная с помощью программного обеспечения трансформация планирования



управления водными ресурсами <sup>[56]</sup>, с другой стороны, местные органы власти обязаны проводить учения по чрезвычайным ситуациям, раннее оповещение, эвакуацию, спасение, восстановление и реконструкцию до, во время и после стихийных бедствий, а также предоставляется подробный список работ <sup>[57]</sup>. Сиглер <sup>[58]</sup> обобщает систему реагирования на городские ливневые катастрофы с точки зрения инженерных и неинженерных контрмер.

В последние годы ученые в Китае провели инновационные исследования в области системы стратегий преодоления последствий городских дождей и наводнений. Например, Чэн Сяотао и др. <sup>[59]</sup> исследовали стратегии предотвращения и контроля наводнений в условиях изменения климата, которые соответствуют основным национальным условиям Китая в новую эпоху, основываясь на полевых исследованиях и размышлениях о наводнении «7-20» в Чжэнчжоу. Чэнь Билин и др. <sup>[60]</sup> перевели устойчивость городских дождей и наводнений в четыре измерения физического пространства, такие как экологический ландшафт, транспортная сеть, функция района и инфраструктура наводнений, и провели эмпирическую оценку и исследование реагирования в Шэньчжэне в качестве примера. Се Лэй и др. <sup>[61]</sup> создали модель устойчивости и систему индексов «пространственного резервирования», «временной гарантии» и «функционального композита» для прибрежных районов и провели практику планирования на примере Нинбо. Однако большинство исследований стратегий повышения устойчивости городов к дождям и наводнениям начинаются с отдельных областей, таких как физическое пространство, управление водными ресурсами, экстренная эвакуация и спасение, которые сильно разрознены и нуждаются в систематизации.

Стратегии реагирования на городские штормовые наводнения, основанные на пространственной перспективе, можно в целом разделить на пространственные и непространственные стратегии. Изменение климата, которое влияет как на частоту, масштаб и интенсивность ливневых наводнений, так и на пространственное и временное распределение ливневых наводнений, таким образом, напрямую или косвенно влияет на разработку пространственных и непространственных стратегий (рисунок 3). Пространственные стратегии, основанные на их связи с опасностью дождевых наводнений, можно далее классифицировать как избегание, интенсификацию, готовность, оптимизацию пространственной структуры и смягчение опасности. Избегание относится к удалению от зон опасности сильных дождевых наводнений, таких как поймы рек, поймы и поймы. Укрепление относится к строительству сооружений, которые с большей вероятностью будут подвержены угрозе дождевых наводнений.



Рис.3 Стратегии устойчивого управления опасностью наводнений в контексте изменения климата

Необходимо усилить потенциал защиты от дождей и наводнений. Например, укрепить строительство дамб и дренажных систем, усилить затопленные конструкции зданий и сооружений (заградительные доски, пешеходные мосты и т. д.) и установить дополнительные дренажные насосные станции, цистерны и другие объекты. Готовность к стихийным бедствиям относится к тому факту, что после возникновения дождя или наводнения, выходящего за рамки оборонного стандарта, местные жители могут быть эвакуированы и спасены вовремя, и имеется достаточно аварийных убежищ, каналов для экстренной эвакуации, аварийно-спасательных материалов, экстренной медицинской помощи, экстренной связи и других основных средств защиты жизни. Оптимизация пространственной структуры относится к снижению риска городских дождей и наводнений за счет разумного распределения земли для населения, промышленности, транспорта и других целей. Например, групповая распределенная структура планировки, районная политика Японии, основанная на зонировании риска дождей и наводнений, создание террасного города в Японии и трехмерное городское строительство Зоны сотрудничества современной сферы услуг Шэньчжэнь-Шэньчжэнь-Гонконг. Снижение риска может быть достигнуто, с одной стороны, за счет снижения глобального потепления путем сокращения выбросов углерода, тем самым смягчая негативное воздействие изменения климата на человека, а с другой стороны, этого можно достичь и за счет экологических решений, таких как города-губки, которые могут сократить объем поверхностного стока и масштабы затоплений дождевой водой, а также замедлить опасность последствий затоплений дождевой водой, тем самым снижая риск катастрофических затоплений дождевой водой.

Непространственные стратегии, включая интегрированную городскую ливневую канализацию Система предотвращения стихийных бедствий, система управления чрезвычайными ситуациями, региональная связь, план действий в чрезвычайных ситуациях, применение новых технологий, таких как ИИ, улучшение системы страхования от дождей и наводнений и т. д. Комплексная система предотвращения городских дождей и наводнений включает в себя мониторинг, анализ, прогнозирование и систему оповещения о дожде до наступления катастрофы, мониторинг, анализ, прогнозирование и систему оповещения о наводнениях, составление и раскрытие карт опасностей дождей и наводнений, а также обучение и учения по предотвращению наводнений. Система управления чрезвычайными ситуациями городских дождей и наводнений относится к административной функции борьбы с дождем и наводнением и его несущей системе, основной работе

Работа заключается в экстренном реагировании и ликвидации последствий городских дождей и наводнений, включая выдачу приказов и своевременную организацию и развертывание ресурсов экстренной эвакуации и спасения, таких как люди, имущество и материалы. Возникновение городских дождей и наводнений и их воздействие часто носит межведомственный характер, даже если городские дожди и наводнения произошли в административном регионе, если это катастрофа, ресурсы экстренной эвакуации и спасения в регионе часто не могут удовлетворить спрос и должны быть за пределами региона для оказания помощи, поэтому очень важно сотрудничать и налаживать связи в регионе. Например, подписание Меморандума о взаимопонимании по синергетическому развитию комплексного управления чрезвычайными ситуациями в дельте реки Янцзы (YRD) знаменует собой начало региональной связи в реагировании на стихийные бедствия в регионе YRD. Планирование чрезвычайных ситуаций относится к предварительному развертыванию планов управления чрезвычайными ситуациями, командования и спасения перед лицом городских бедствий, связанных с дождями и наводнениями, и, как правило, включает в себя такие подсистемы, как система управления и организации чрезвычайных ситуаций, система аварийной инженерии и спасательной защиты, комплексная система координации и поддержки, система защиты и снабжения и аварийная группа для комплексного спасения. Роботы, беспилотники, ИИ и другие новые технологии в защите от дождей и наводнений, основанные на анализе больших данных, обладают преимуществами раннего прогнозирования и предупреждения, быстрого реагирования и поддержки принятия решений. Страхование от стихийных бедствий - это страхование самого имущества и экономических интересов, связанных с ним как предметом страхования,

Соединенные Штаты, Япония и другие развитые страны имеют относительно совершенную систему страхования от дождей и наводнений, рынок играет главную роль, а правительство является конечным носителем риска.

История человечества — это борьба с дождями и наводнениями, землетрясениями и другими катастрофами.

История непрерывной борьбы со стихийными бедствиями. Каждое стихийное бедствие в разной степени изменило пространственную структуру региональной экономической и социальной географии и в то же время является важной движущей силой в регулировании отношений между человеком и землей. Городские ливневые водные катастрофы и городские ливневые водные ресурсы, сами по себе являются городскими ливневыми водами на человеческое общество, чтобы произвести два совершенно разных характера воздействия, но до тех пор, пока научные следят за формированием ливневых вод, разработка объективных правил

Чтобы свести к минимуму городские ливневые катастрофы и максимально использовать ресурсы ливневых вод, а также достичь гармоничного симбиоза между ливневыми водами и людьми, Дуцзяньянь, построенный Ли Бином более 2200 лет назад, не только эффективно контролировал ливневые катастрофы, но и оросил более 10 миллионов акров земли, что позволило бассейну Сычуани стать небесной столицей, что стало хорошим примером того, как мы можем жить в симбиозе с ливневыми водами.

Обобщенная структура реагирования на городские дожди и наводнения, предложенная в этой статье, хотя и является структурой для конкретной категории бедствий городских дождей и наводнений, также полезна для реагирования на другие стихийные бедствия, такие как землетрясения, оползни, сели и т. д. Фактически, некоторые идеи в этой статье в основном исходят из опыта автора и теоретических размышлений по исследованию планирования повышения устойчивости муниципальных объектов Хэфэй, пространственному планированию экстренной эвакуации и спасения в Шэньчжэне и другим связанным работам. Хотя эти работы не направлены на отдельные городские дожди и наводнения, все они уделили особое внимание городским дождям и наводнениям, и соответствующие результаты были высоко оценены соответствующими департаментами. Кроме того, ожидается, что структура может постоянно совершенствоваться, обновляться и улучшаться в будущей практике планирования и даже трансформироваться в соответствующие стандарты или нормы, чтобы лучше служить плавной реализации устойчивости городских дождей и наводнений в системе территориального пространственного планирования Китая.

После формирования первого варианта редакционная коллегия журнала «Городское планирование» и рецензенты внесли множество конструктивных изменений и улучшений, за что я хотел бы выразить им свою глубокую признательность!

## Ссылки

[1] DU S, CHENG X, HUANGE Q и др. Краткое сообщение: переосмысление наводнений в Китае 1998 года для подготовки к нестационарному будущему [J]. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2019, 19: 715 - 719.

[2] Кабинет министров Японии . Белая книга по предотвращению стихийных бедствий | Дополнительная информация 15 Соотношение ущерба к валовому внутреннему продукту по объектам и прочему ущербу [EB/OL]. 2022. 2022. [https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/r04/honbun/3b\\_6s\\_15\\_00.html](https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/r04/honbun/3b_6s_15_00.html)

[3] lenton tm, rockström j.GAFFNEY O и др. Климатические переломные моменты: слишком рискованно делать ставки против [J]. *Nature*, 2019, 575: 592-595.

[4] STEFFEN W, ROCKSTROM J, RICH- ARDSON K, et al. Траектории земной системы в антропоцене[J]. *Труды Национальной академии наук*, 2018, 115: 8252-8259.

[5] Ян Вэньтао , Жэнь Цзе , Чжан Шанву и др . Шанхай Устойчивый Город Планирование: ключевые вопросы, общие рамки и стратегии планирования [J]. *Журнал городского планирования* , 2022(3): 19-28.

[6] PAN Haixiao , DAI Shenzhi , ZHAO Yanjing и др . Академический доклад на тему «Городская

устойчивость и пространственное планирование к изменению климата» [J]. Журнал городского планирования , 2021(5): 1-10.

[7] Ян Сюаньмэй . Территориальная пространственная устойчивость : концептуальная основа и путь реализации [J]. Журнал городского планирования , 2021(3): 112-118.

[8] Ян Миньсин , Хуан Бо , Цуй Чун и др . Обзор и перспективы исследований по предотвращению и контролю стихийных бедствий на основе теории устойчивого города [J]. Журнал городского планирования , 2016(1): 48-55.

[9] Дай Шэньчжи , Лю Тинтин , Гао Сяоюй и др . Система планирования и механизм реализации территориального пространственного предотвращения и смягчения последствий стихийных бедствий [J]. Журнал городского планирования , 2023(1): 48-53.

[10] Чжай Гофан . Делаем города безопаснее , а эпидемии эффективнее [J]. Human Habitat , 2020(1): 10-13.

[11] ВАН Хуэй , ЖЭН Йилу , ЛУ Сыци и др. Реагирование на угрозу и возникновение наводнений с помощью устойчивости городов, основанной на экологической мудрости [J] . Журнал экологии , 2016, 36(16): 4958-4960 .

[12] Международный банк реконструкции и развития, Всемирный банк. Повышение устойчивости городов: принципы, инструменты и практика, направления развития: окружающая среда и устойчивое развитие [R]. 2013.

[13] UNISDR ( Международная стратегия ООН по Уменьшению стихийных бедствий ) . Превращение городов в резидентов lent: мой город готовится [R]. 2012.

[14] ХОЛЛИНГ К. С. Устойчивость и стабильность экологических систем [J]. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1973, 4:1 - 23.

[15] ВОНГ ТХФ, БРАУН Р. Р. Город, чувствительный к воде: принципы для практики [M]. Водные науки и технологии. 2009.

[16] Чжоу Инань , Ли Баовэй . Формирование с помощью воды : города, устойчивые к ливневой воде Исследования дизайна [J]. Planner , 2017, 33(2): 90-97.

[17] БЕРТИЛССОН Л, ВИКЛУНД К, ТЕ-BALDI IDM и др. Устойчивость к городским наводнениям: многокритериальный индекс для интеграции устойчивости к наводнениям в городское планирование [J]. Журнал гидрологии, 2019, 573: 970-982.

[18] de bruijn км, jafino ба, merz Б. и др. Управление рисками наводнений через призму устойчивости [J]. Commun Earth Environ, 2022(3): 285.

[19] Управление ООН по снижению риска бедствий. Специальный отчет GAR: измерение устойчивости для целей устойчивого развития[R]. Женева, 2023.

[20] JHA АК, МАЙНЕР TW, СТЭНТОН-ГЕДДЕС З. Создание устойчивости городов: принципы, инструменты и практика [M]. Вашингтон, округ Колумбия, США: Издательство Всемирного банка, 2013 г.

[21] Чжай Гофан , Хэ Чжунъюй , Гу Фумэй . Устойчивое городское планирование: теория и практика [M]. China Building Materials Industry Press , 2021.

[22] ДУАНЬ Иян , ЧЖАЙ Гофан , Ли Вэньцзин . Прогресс международных исследований по измерению устойчивости городов [J]. Международное городское планирование , 2021 (6). 79-85.

[23] шерриб к., норрис ф., галеа с. Измерение возможностей устойчивости сообщества [J]. Исследования социальных показателей: международный и междисциплинарный журнал по измерению качества жизни, 2010, 99 (2): 227-247.

[24] ДЖЕРОМ Х., КАХАН А.С. и др. Оп-Рациональная структура устойчивости [J]. Журнал внутренней безопасности и управления чрезвычайными ситуациями, 2009, 6(1): 83.

[25] КОЛТЕН СЕ, КЕЙТС РВ, ЛАСКА С. В. Три года после Катрины: уроки устойчивости сообщества [J]. Наука об окружающей среде и политика в интересах устойчивого развития, 2008, 50(5): 36-47.



- [26] ZHAI G, IKEDA S. Эмпирический анализ приемлемости риска наводнений в Японии в контексте множественного риска [J]. Природные опасности и науки о системах Земли, 2008, 8: 1049-1066.
- [27] UNDRR ( Управление Организации Объединенных Наций по снижению риска бедствий ) . От слов к делу: вовлечение в обеспечение устойчивости в поддержку Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы [R]. 2020.
- [28] МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата), Разделы[R]//Основная группа авторов, ЛИ Х., РОМЕРО Дж. Изменение климата 2023: сводный отчет. МГЭИК, Генуя, Швейцария, 2023. МГЭИК, Генуя, Швейцария, 2023.
- [29] ПЁРТНЕР ХО, РОБЕРТС Д. К. ТИГНОР ММ Б. и др. Изменение климата 2022: последствия, адаптация и уязвимость [M]. Cambridge University Press, Кембридж, Великобритания и Нью-Йорк, 2022.
- [30] Содружество Австралии. Сборник справочников по устойчивости к стихийным бедствиям в Австралии: управление поймой: руководство по передовой практике управления рисками наводнений в Австралии [R]. 3-е изд. Австралийский институт устойчивости к стихийным бедствиям, 2017.
- [31] Содружество Австралии. Сборник справочников по устойчивости к стихийным бедствиям в Австралии: планирование чрезвычайных ситуаций при наводнениях для устойчивости к стихийным бедствиям [R]. Австралийский институт устойчивости к стихийным бедствиям, 2020.
- [32] План стратегии управления ливневыми водами Министерства земли, инфраструктуры , транспорта и туризма Руководство (Дело) [R]. Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма, Бюро водного хозяйства и охраны земель , Департамент канализации, 2021-11.
- [33] Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма . Руководство по мерам противодействия наводнениям, принимаемым правительством и частным сектором: пояснение региональной системы мер противодействия наводнениям [R]. Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма, Бюро по управлению водными ресурсами и охране земель, Отдел канализации, Япония , 2021-11.
- [34] Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии . Рассмотрение изменений в базовой политике восстановления реки [R]. Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма, Бюро управления водными ресурсами и охраны земель Японии , 2022-5-27.
- [35] DEFRA ( Департамент по охране окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства ) . План речного бассейна-руководство [R]. 2021-9.
- [36] Женевская ассоциация. Управление рисками наводнений в Соединенных Штатах [R]. Женевская ассоциация: Международная ассоциация по изучению экономики страхования, Цюрих, 2020.
- [37] БРАУДЕР Г., НУНЕС СА, ДЖОНГМАН Б. и др. Эпический ответ: инновационное управление для управления рисками наводнений и засух [R]. Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия, 2021.
- [38] Организация Объединенных Наций. Руководство по сокращению потерь от наводнений [R]. Руководство по сокращению потерь от наводнений [R]. 2007.
- [39] UNDRR ( Управление Организации Объединенных Наций по Снижение риска стихийных бедствий ) . Отчет Среднесрочный обзор реализации Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. [R]. UNDRR: Женева, Швейцария, 2023 г.
- [40] MA Kun , TANG Xiaolan , REN Yujie и др . Исследование построения модели управления осадками и наводнениями в холмистом граните на основе теории устойчивости [J]. Журнал Нанкинского лесного университета ( Естественное издание ), 2018, 42(3): 139-145.
- [41] Ян Фань , Сюй Ин , Дуань Нин . Интеллектуальная трансформация системы управления устойчивостью к городским наводнениям и инновации пути реализации [J]. Исследования городского развития , 2021, 28(5):119-126.
- [42] YE X, WAN G, LU Z и др. На пути к основанной на ИИ структуре для многомасштабного планирования и проектирования устойчивости к наводнениям в городах [J]. Computational Urban



Science, 2021(1):11.

[43] ШАРИФИ А, ЯМАГАТА Ю. Устойчивый городская форма: концептуальная основа[R]// Городское планирование, ориентированное на устойчивость, 2018: 167-179.

[44] Ван , Ханьян Ли , Синьюй Занг . Борьба с затоплением города в результате шторма Теоретическая основа устойчивости застроенной среды [J]. Журнал архитектуры , 2022 (S1): 18-23.

[45] ФИШХОФФ Б., СЛОВИЧ П., ЛИХТЕНШТЕЙН С. и др. Насколько безопасно достаточно безопасно? психометрическое исследование отношения к технологическим рискам и выгодам [J]. Policy Sciences, 1978(9): 127-152.

[46] Чжай ГФ , Лу ЮВ . Пространственное планирование для экстренной эвакуации и спасения: теория-методология-практика [M]. China Building Material Industry Press , 2023.

[47] Общество по борьбе с пожарами и катастрофами Японии . Отчет об исследовании пожаров, связанных с землетрясением в Хёго в 1995 году на юге Японии [R].1996.

[48] NIB (Национальный институт строительных наук). Спасение от стихийных бедствий, 2019 отчет[R]. 2019.

[49] UNDRR (Управление ООН по снижению риска бедствий). Обзорное исследование сложных, каскадных и системных рисков в Азиатско-Тихоокеанском регионе [R]. 2022.

[50] Ли И , Чжай ГФ. Оценка устойчивости к городским катастрофам в Китае и Исследование стратегии его улучшения [J] . Planner , 2017(8): 5-11 .

[51] ГУО Цзя , ЧЖАЙ Гофан , ГЭ Ифу . Построение и эмпирическое исследование комплексного индекса устойчивости сельской среды обитания : случай провинции Цзянсу [J]. Городское планирование Шанхая , 2023(2): 15-22.

[52] Министерство земельного строительства Японии . Результаты оценки уязвимости [R]. 2023.

[53] Город Нью-Йорк: более сильный и устойчивый Нью-Йорк[R]. 2013.

[54] Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма . Меры противодействия наводнениям со стороны правительства и общественности. Объяснение региональной системы мер противодействия ущербу от наводнений [R]. Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма, Бюро по управлению водными ресурсами и охране земель, Департамент канализации, Япония , 2021.

[55] EPA (Агентство по охране окружающей среды США). Планирование восстановления после наводнений и долгосрочной устойчивости в Вермонте: подходы к разумному росту для сообществ, устойчивых к стихийным бедствиям[R]. 2014.

[56] Технология для Плана управления водными ресурсами для изменения климата Поиск . Изменение климата в планах управления водными ресурсами [R]. 2021.

[57] Кабинет министров (Предотвращение стихийных бедствий) . Ущерб от воды в муниципалитетах Контрмеры [R]. 2016.

[58] SIGLER В Наводнения в Австралии: необходимость смягчения последствий[J]. Государственное и местное управление Обзор, 2017(2): 1-13.

[59] ЧЭН Сяотао , ЛИУ Чанцзюнь , ЛИ Чанчжи и др . Характеристики эволюции риска наводнений и стратегии повышения устойчивости городов в изменяющейся среде [ J]. Журнал водных ресурсов , 2022, 53(7): 757-768.

[60] ЧЭНЬ Билин , ЛИ Инлун . Оценка адаптивного переходного планирования, ориентированного на устойчивость к наводнениям, для прибрежных городов с высокой плотностью населения : исследование района мангрового залива в Шэньчжэне [J]. Журнал городского планирования , 2023(4). 77-86.

[61] Се Лэй , Чжоу Пэнфэй , Ян Хунъи и др . Изучение парадигмы устойчивости проектов жизненно важных линий в прибрежных районах под воздействием изменения климата : случай Нинбо [J]. Журнал городского планирования , 2022 (S2): 81-88.

Пересмотрено: 2023-12