



Источник фото: pixabay.com  
Photo source: pixabay.com

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ УЯЗВИМОСТИ ПРИБРЕЖНЫХ ГОРОДОВ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА И ИХ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ТИПОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ТУРЦИИ

### АЙДЫН М.Б.С.

Университет Докуз Эйлюль  
(Университет Девятого сентября),  
г. Измир, Турция  
burcu.silaydin@deu.edu.tr

### КАХРАМАН Э.Д.

Университет Докуз Эйлюль  
(Университет Девятого сентября),  
г. Измир, Турция  
duygu.kahraman@deu.edu.tr

### АННОТАЦИЯ

Урбанизированные районы на побережьях морей и океанов очень уязвимы к современным изменениям климата и связанному с этим повышению уровня моря. В связи с этим представляем вниманию читателей адаптированный и немного сокращенный перевод статьи «Определение уровней пространственной уязвимости прибрежных городов к изменениям климата и их соответствующей типологии на примере Турции» [1], которая в свое время была опубликована на английском языке издательством WASET (World Academy of Science, Engineering and Technology) в журнале международном журнале *Geological and Environmental Engineering*. Авторами указанной работы являются Медиха Бурджу Силайдын Айдын и Эмине Дуйгу Кахраман – представительницы факультета городского и регионального планирования Университета Докуз Эйлюль (г. Измир, Турция). Эта статья находится в открытом доступе (онлайн) по лицензии CC-BY-4.0, которая позволяет ее копировать, переводить, адаптировать, переделывать и использовать для любых целей, даже коммерческих, при условии указания типов изменений и ссылки на первоисточник. В нашем случае полная ссылка на первоисточник [1] приведена в начале списка литературы (источники [3–33] из этого списка были использованы авторами переведенной работы).

Одним из важных последствий современных изменений климата является повышение уровня моря, что угрожает прибрежным районам Турции, поскольку она располагается на полуострове. Если говорить о цели повышения пространственной устойчивости таких районов, то возникает

следующий вопрос: какие должны быть приоритеты при городском планировании для каждого конкретного приморского города? В поисках ответа на этот вопрос и было выполнено представленное исследование. Оно посвящено определению уровней пространственной уязвимости прибрежных городов Турции к повышению уровня моря и их соответствующей типологии на основе морфологических, физических и социальных характеристик. То есть пространственная уязвимость определялась по уровню и по типу. При определении уровней пространственной уязвимости прибрежных городов была изучена их физическая, морфологическая и социальная структура, на основе чего были выявлены наиболее уязвимые районы в качестве приоритетных для дальнейших исследований по адаптации. Далее была выполнена классификация по существенным признакам (типология) для дальнейших исследований в области городского планирования.

Полученные результаты показали, что турецкие города, расположенные на побережьях Мраморного, Эгейского и Средиземного морей в среднем более уязвимы к повышению уровня моря, чем расположенные на побережье Черного моря.

Адаптация к изменениям климата имеет решающее значение и для других стран, имеющих города на морских побережьях, поэтому использованный в данной работе подход мог бы быть полезным для руководителей территориального планирования и градостроительства этих государств.

#### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

изменения климата; прибрежные города; повышение уровня моря; планирование городского землепользования; уязвимость.

#### ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Айдын М.Б.С., Кахраман Э.Д. Определение уровней пространственной уязвимости прибрежных городов к изменениям климата и их соответствующей типологии на примере Турции (пер. с англ.) // Геоинфо. 2023. № 3. С. 38–45 DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-3-38-45

## DETERMINING THE SPATIAL **VULNERABILITY LEVELS** AND TYPOLOGIES OF COASTAL CITIES TO CLIMATE CHANGE: CASE OF TURKEY

#### MEDIHA B. SILAYDIN AYDIN

Dokuz Eylul University (DEU), Izmir,  
Turkey  
burcu.silaydin@deu.edu.tr

#### EMINE DUYGU KAHRAMAN

Dokuz Eylul University (DEU), Izmir,  
Turkey  
duygu.kahraman@deu.edu.tr

#### ABSTRACT

Urbanized coastal areas are very vulnerable to the modern climate change and to the associated sea level rise. In this regard, we present to the readers an adapted and slightly abridged translation of the article “Determining the spatial vulnerability levels and typologies of coastal cities to climate change: case of Turkey” [1], which was once published in English by the WASET publisher (World Academy of Science, Engineering and Technology) in the International Journal of Geological and Environmental Engineering. The authors of this paper are Mediha Burcu Silaydin Aydin and Emine Duygu Kahraman. They are specialists from the Department of City and Regional Planning of the Dokuz Eylul University (Izmir, Turkey). This article is in open access under the CC-BY-4.0 license, which allows you to copy, translate, adapt, alter and use it for any purpose (even commercial ones) provided that the types of changes are noted and the original source is referred to. In our case, the reference to the original paper [1] is given at the beginning of the list of references (sources [3–33] from that list were used by the authors of the translated article).

One of the important impacts of climate change is the sea level rise. Turkey is a peninsula, so the coastal areas of the country are threatened by the sea level rise. At the aim of enhancing spatial resilience of urbanized areas, this question arises: what should be the priority intervention subject in the urban planning process for a given city? To answer this question, by focusing on the problem of the sea level rise, this study aimed to determine spatial vulnerability typologies and levels of Turkey coastal cities based on morphological, physical and social characteristics. As a method, spatial vulnerability of the coastal cities was determined by two steps (for the level and type). Firstly, physical structure, morphological structure and social structure were examined in determining spatial vulnerability levels. By determining these levels, most vulnerable areas were revealed as a priority in

adaptation studies. Secondly, all the parameters were also used to determine spatial typologies. The typologies were determined for the coastal cities in order to use as a base for urban planning studies.

The results demonstrated that the urban settlements located on the coasts of the Marmara Sea, Aegean Sea and Mediterranean Sea are more vulnerable than the cities located on the Black Sea coasts to the sea level rise.

Adaptation to the climate change is also crucial for other countries having coastal cities, so the approach used in this study could be useful for the leaders of territorial planning and urban development of these countries.

#### KEYWORDS:

climate change; coastal cities; sea level rise; urban land use planning; vulnerability.

#### FOR CITATION:

Aydin M.B.S., Kahraman E.D. *Opredeleniye urovney prostranstvennoy uyazvimosti pribrezhnyh gorodov k izmeneniyam klimata i ih sootvetstvuyushchey tipologii na primere Turtsii (per. s angl.) [Determining the spatial vulnerability levels and typologies of coastal cities to climate change: case of Turkey (translation from English)]. Geoinfo. 2023. 3: 38–45 DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-3-38-45 (in Rus.).*

#### ВВЕДЕНИЕ ►

Повышение уровня моря является одним из наиболее серьезных последствий современных изменений климата. В последних (их уже было шесть [2]. – *Ред.*) оценочных докладах Межправительственной группы экспертов по проблемам изменений климата при ООН (МГЭИК, IPCC) [2, 3] отмечалась большая вероятность того, что скорость повышения глобального среднего уровня моря (ГСУМ, GMSL) в течение XXI века превысит темпы, наблюдавшиеся в конце XX – начале XXI века. (Если уровень моря поднялся с 1901 года на 20 см, то к концу XXI века он может подняться на величину до 1 м, а затем еще больше. Даже если человечество сможет прекратить выбросы парниковых газов в атмосферу, уровень моря останется выше привычного для нас, возможно, на тысячи лет [2]. – *Ред.*).

Прибрежные системы, состоящие как из природных, так и из антропогенных систем, особенно чувствительны к повышению уровня моря [4], и урбанизированным территориям мира, располагающимся на побережьях морей и океанов, это несет опасность, тем более что привлекательность прибрежных зон и миграция туда людей привела и продолжает приводить к быстрому росту городов и других населенных пунктов в этих зонах как в развитых, так и в развивающихся странах [5].

Особенно сильна такая опасность для населенных прибрежных территорий с низкой абсолютной высотой, составляющей менее 10 м над уровнем моря (Low Elevation Coastal Zones – LECZ), а ведь они занимают 2% от площади всей суши в мире и на них проживает 10% мирового населения и 13% мирового городского населения [6], и эти цифры продолжают увеличиваться [7]. Поэтому так важно разрабатывать пути адаптации прибреж-

ных населенных районов к изменениям климата и повышению уровня моря.

В дополнение к постоянному росту населения в прибрежных урбанизированных зонах можно было бы перечислить и другие причины их уязвимости к изменениям климата в соответствии с собственными характеристиками каждого конкретного города – географическим положением, социально-экономической структурой, характеристиками пространственного развития и инфраструктуры.

В данной статье основное внимание уделяется пространственному развитию и структурным характеристикам.

При рассмотрении взаимодействия между урбанизацией, рисками и уязвимостью, связанными с изменениями климата, наиболее важным фактором является пространственная структура города [8], поскольку одним из наиболее важных инструментов адаптации прибрежной урбанизированной зоны к повышению уровня моря является планирование городского землепользования [9–14].

Термин «пространственная уязвимость», как правило, используется для демонстрации пространственного распределения уровней уязвимости городов (например, [15, 16]). Однако в данном исследовании этот термин используется и для уязвимости, основанной на морфологических характеристиках городов. Иными словами, в качестве факторов, определяющих уязвимость конкретного города, рассматриваются тип и структура пространственного развития (такие морфологические характеристики, как расположение жилых домов, их удаленность от моря, протяженность береговой линии и т. д.).

В отношении проблемы повышения пространственной устойчивости урбанизированных прибрежных территорий и их адаптации к изменениям климата возникают следующие вопросы.

1. Какие пространственно-морфологические характеристики важны для определения уязвимости города к повышению уровня моря?

2. Как можно уменьшить пространственную уязвимость с помощью планирования городского землепользования?

3. Какие меры для того или иного конкретного города имеют самое большое значение на первом этапе?

Настоящее исследование посвящено оценке типологии пространственной уязвимости и уровней уязвимости прибрежных городов Турции к последствиям изменений климата на основе их морфологических, физических, социальных и экономических характеристик, чтобы можно было ответить на приведенные выше вопросы, то есть обеспечить основу для будущих процессов планирования городского землепользования в целях адаптации к постоянно продолжающемуся повышению уровня моря.

#### ПРИБРЕЖНЫЕ ГОРОДА ТУРЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ МОРЯ ►

Турция окружена четырьмя морями – Средиземным, Эгейским, Черным и Мраморным (последнее является внутренним) (рис. 1). Ее территория представляет собой полуостров с береговой линией протяженностью 8 333 км. За последнее столетие уровень моря в регионе Средиземного и Черного морей повысился на 12 см [17]. В период с 1922 по 1985 год вдоль турецкой береговой линии несколько раз проводился мониторинг уровня моря [18]. К моменту написания настоящей статьи в стране работало 20 станций измерения приливов, которые были созданы в рамках Национальной сети мониторинга уровня моря Турции (TNSLMN). Их данные передаются в Глобальную систему наблюдений за уровнем моря (GLOSS) и в Постоянную службу среднего уровня

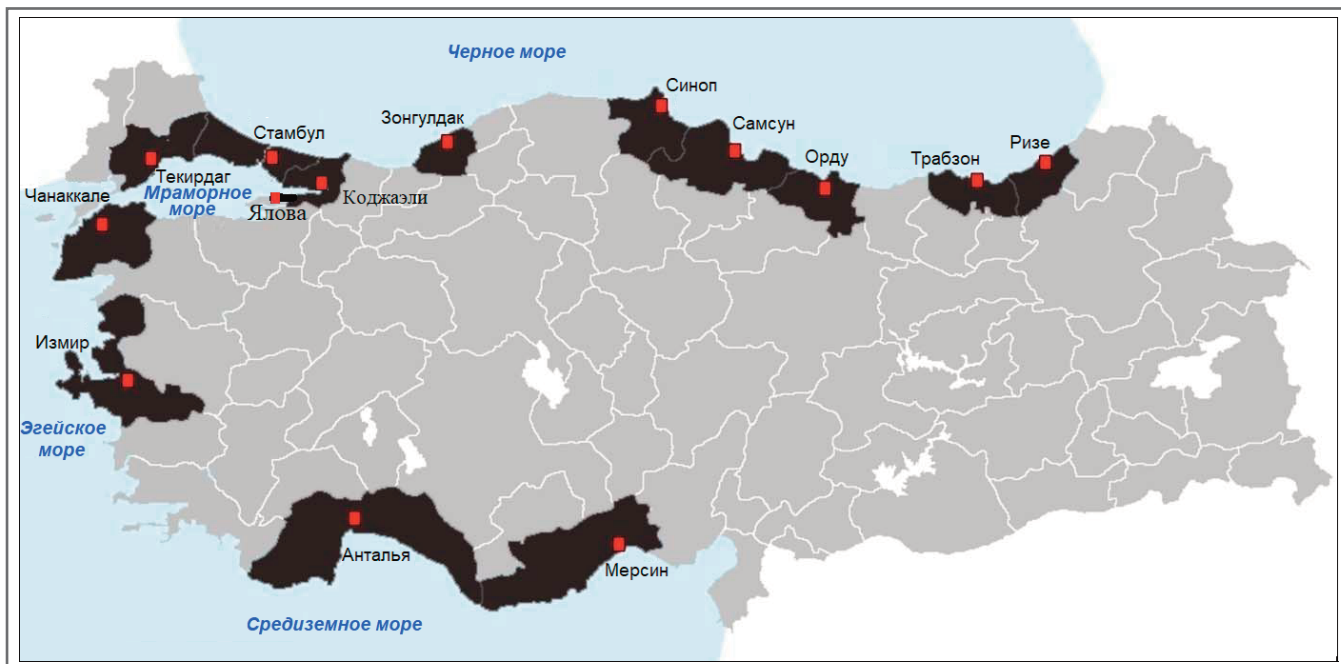


Рис. 1. Крупные прибрежные города Турции ( $n=14$ ) (по [1])

моря (PSMSL). И согласно результатам измерений в рамках TNSLMN наблюдается очевидное повышение среднего уровня моря.

#### МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ ►

Уязвимость к изменениям климата, по определению МГЭИК, – это «степень, в которой геофизические, биологические и социально-экономические системы восприимчивы к неблагоприятным воздействиям изменений климата и не способны с ними справиться» [20]. При определении уязвимости большое значение имеют как факторы, имеющие положительное влияние, так и факторы, оказывающие отрицательное воздействие.

Различия по социальным, экономическим, физическим, морфологическим, гидрогеологическим и политико-административным характеристикам городов проводились в зависимости от степени их подверженности воздействию повышения уровня моря, чувствительности к этому воздействию и устойчивости к нему (способности его выдерживать). Для определения уязвимости имеются разные уравнения, включающие степени подверженности, чувствительности и устойчивости.

Де Леон и Карлос [21] привели формулу, предложенную Институтом уменьшения опасности стихийных бедствий (Disaster Reduction Institute, DRI), согласно которой уязвимость равна произведению показателей подверженности и чувствительности, поделенному на показатель устойчивости (в отношении существующих институтов, людей, организаций и

ресурсов города, которые сталкиваются с неблагоприятными последствиями стихийных бедствий). Было также предложено аналогичное формуле DRI уравнение для определения индекса уязвимости к наводнениям (Flood Vulnerability Index, FVI), в котором используются показатели подверженности ( $E$ ), чувствительности ( $S$ ) и устойчивости ( $R$ ) и которое обеспечивает безразмерность результатов для возможности сравнения величин FVI для разных случаев [22]:

$$FVI = \frac{E \times S}{R}. \quad (1)$$

Выполнялась также нормализация различных характеристик города на основе формулы, использованной в работах [23–25].

Балица и др. [25] разработали свой метод определения FVI для городов, расположенных на побережьях морей и океанов. В нем индексы уязвимости к наводнениям нормализуются (и попадают в диапазон от 0 до 1, что позволяет их сравнивать) с помощью следующей формулы:

$$FVI_{\text{нормализ.}} = \frac{FVI}{FVI_{\text{макс.}}}. \quad (2)$$

В настоящем исследовании уравнение для FVI использовалось для определения индексов уязвимости прибрежных районов (Coastal Vulnerability Index, CVI) для сравнения уровней пространственной уязвимости приморских городов Турции, которые имеют разные показатели физических, морфологических и социальных характеристик. Приведем формулу

для индекса CVI, состоящего из трех компонентов (физического  $CVI_{\text{физ.}}$ , морфологического  $CVI_{\text{морф.}}$  и социального  $CVI_{\text{соц.}}$ ), и формулы для вычисления этих компонентов:

$$CVI = CVI_{\text{физ.}} + CVI_{\text{морф.}} + CVI_{\text{соц.}}, \quad (3)$$

где:

$$CVI_{\text{физ.}} = \frac{(ALT \times SLR \times LECZ)}{FOR}; \quad (4)$$

$$CVI_{\text{морф.}} = \frac{(LE CZ/C \times CA \times COAST \times DFS)}{(PAR \times INFRAS)}; \quad (5)$$

$$CVI_{\text{соц.}} = \frac{(POP \times POPD \times POPG \times AGE \times DIS \times FM)}{INCOM}. \quad (6)$$

Обозначения, использованные в правых частях формул (4–6), расшифрованы и пояснены в таблице 1 и далее в тексте.

#### Пояснения по физическим характеристикам прибрежных городов ►

Усилия, связанные с решением рассматриваемых проблем, были начаты в Турции не так уж и давно – после подписания ею в 2004 году Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН). Поэтому научные данные о среднем повышении уровня моря в данном регионе довольно ограничены. Согласно «Первому национальному сообщению Турции об изменении климата» среднее изменение уровня моря, рассчитанное путем гармонического анализа результатов измерений за 20 лет на мареографических станциях

**Таблица 1. Физические, морфологические и социальные характеристики приморского города (по [1], см. также формулы 3–6)**

Показатель	Аббревиатура (от полн. англ.)	Ед. изм.	Тип фактора	Тип компонента уязвимости	Влияние на уязвимость	Источ.
Средняя высота данного города над уровнем моря	ALT (Altitude)	м	подверженности	физический	Чем больше ALT, тем ниже уязвимость	[25]
Прогнозируемое повышение уровня моря в год	SLR (Sea Level Rise)	мм/г	подверженности	физический	Чем больше SLR, тем выше уязвимость	[16, 24]
Площадь урбанизированных низинных* прибрежных зон	LECZ (Low Elevation Coastal Zones)	га	подверженности	физический	Чем больше LECZ, тем выше уязвимость	[26]
Площадь лесов в низинных* прибрежных зонах	FOR (FORest area)	га	устойчивости	физический	Чем больше FOR, тем ниже уязвимость	[27]
Площадь застроенных зон	CA (City Area)	га	подверженности	морфологич.	Чем больше CA, тем выше уязвимость	[28]
Доля площади застроенных прибрежных низинных* зон от общей застроенной площади	LECZ/C (LECZ in City ratio)	%	подверженности	морфологич.	Чем больше LECZ/C, тем выше уязвимость	[26]
Площадь парков в низинных* прибрежных зонах	PAR (PARks)	га	устойчивости	морфологич.	Чем больше PAR, тем ниже уязвимость	[27]
Длина береговой линии вдоль данного города	COAST (COASTline)	км	подверженности	морфологич.	Чем больше COAST, тем выше уязвимость	[28]
Доля доступа к инфраструктуре	INFRAS (INFRAStructure)	%	устойчивости	морфологич.	Чем больше INFRAS, тем выше уязвимость	[29]
Среднее расстояние от застроенной территории до моря	DFS (Distance From the Sea)	км	подверженности	морфологич.	Чем больше DFS, тем ниже уязвимость	[28]
Численность населения, подверженного воздействию изменений климата	POP (POPulation)	колич. людей	подверженности	социальный	Чем больше POP, тем выше уязвимость	[30]
Плотность населения	POPD (POPulation Density)	чел./км <sup>2</sup>	подверженности	социальный	Чем больше POPD, тем выше уязвимость	[30]
Индекс доходов и благосостояния населения	INCOM (INCOME and wealth index)	%	устойчивости	социальный	Чем больше INCOM, тем ниже уязвимость	[29]
Темп увеличения численности населения (прирост в год по данным за 2014–2015 гг.)	POPG (POPulation Growth rate)	%	подверженности	социальный	Чем больше POPG, тем выше уязвимость	[30]
Число людей возрастом 65 лет и старше	AGE (AGE ≥ 65)	колич. людей	чувствительности	социальный	Чем больше AGE, тем выше уязвимость	[31]
Число людей с ограниченными возможностями	DIS (DISable people)	колич. людей	чувствительности	социальный	Чем больше DIS, тем выше уязвимость	[32]
Количество женщин (женское население)	FM (FeMale population)	колич. женщин	чувствительности	социальный	Чем больше FM, тем выше уязвимость	[31]

«Анталья-II» (Средиземное море), «Бодрум-II» и «Ментес» (Эгейское море) и за 21 год на мареографической станции «Эрдек» (Мраморное море) составляют для этих морей соответственно  $7,4 \pm 0,6$ ;  $3,8 \pm 0,6$  и  $7,7 \pm 0,7$  мм/год [26]. Повышение уровня Черного моря рассчитали Авшар и др. [27]: с 1993 по 2014 год оно составило  $3,19 \pm 0,81$  мм/год.

В настоящем исследовании для вычисления физического компонента уязвимости ( $CVI_{\text{физ.}}$ , см. формулу (4)) использовались такие показатели, как повышение уровня моря (SLR), площадь низинных (ниже 10 м) прибрежных зон (LECZ), высота над уровнем моря (ALT) и площадь лесов (FOR) (см. таблицу 1). За исключением повышения уровня моря, они тесно связаны с решениями о размещении объектов, которые принимаются в процессе

планирования городского землепользования, поэтому в данном исследовании они относятся к пространственно-морфологическим характеристикам того или иного прибрежного города, а не к незаселенным территориям (см. таблицу 1).

**Пояснения по морфологическим характеристикам прибрежных городов** ▶

Отличительной особенностью данного исследования является то, что измерение морфологических характеристик ограничивалось низинными (0–10 м над уровнем моря) прибрежными территориями, в пределах которых определялись площади застроенных (LECZ/C), лесных (FOR) и парковых (PAR) зон. Уровень урбанизации территорий, расположенных

на высоте 0–10 м, дает информацию о характере роста городов. Протяженность застроенных зон вдоль побережья связана с уязвимостью. Если площадь урбанизированной низинной территории и ее протяженность вдоль побережья увеличатся, то повышение уровня моря будет еще серьезнее угрожать ее населению и инфраструктуре.

Площади лесных (FOR) и парковых (PAR) зон на низинных территориях – показатели, определяющие устойчивость урбанизированного района. Такие незастроенные городские территории важны для повышения устойчивости города к стихийным бедствиям, вызванным изменениями климата [28]. Если их площади будут больше, устойчивость прибрежного города к повышению уровня моря повысится.

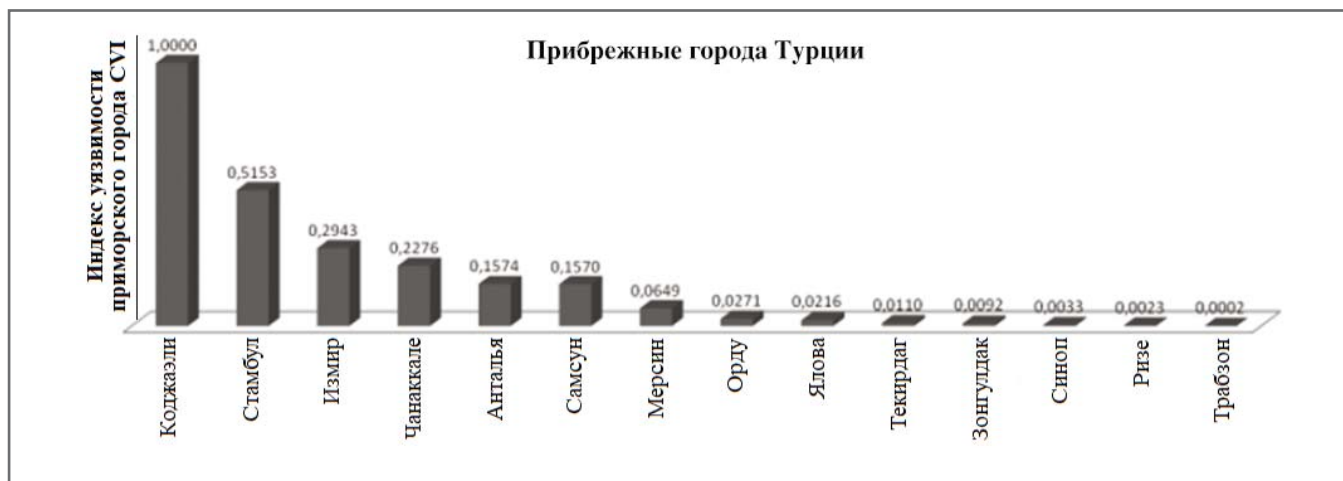


Рис. 2. Сопоставление индексов уязвимости прибрежных городов Турции (CVI) при воздействии повышения уровня моря (по [1])

Таблица 2. Прибрежные города Турции, разделенные на типы по уязвимости к повышению уровня моря (по [1])

Уязвимость					
физическая	морфологическая	социальная	физическая и морфологическая	физическая и социальная	морфологическая и социальная
Орду, Ялова, Текирдаг, Зонгулдак, Ризе	Чанакаале, Самсун	Стамбул, Мерсин, Трабзон	Коджаэли	Измир, Синоп	Анталья

В силу ряда своих преимуществ земля в прибрежных зонах городов стоит дороже всего. Приморские зоны Турции застроены многоэтажными и высотными зданиями, которые расположены на близком расстоянии от моря из-за желания застройщиков получить выгоду от высокой стоимости такой земли. Например, в Стамбуле есть прибрежные зоны, где здания расположены всего в одном метре от моря. Поэтому средняя удаленность застроенной территории от моря (DFS) была принята в качестве еще одного важного показателя для расчета морфологического компонента индекса уязвимости прибрежного района ( $CVI_{морф.}$ , см. формулу (5)). Средние расстояния зданий от моря DFS рассчитывали для интервалов протяженности береговой линии в 3 км (см. таблицу 1). Если здания будут строиться близко к морю, то уязвимость города к изменениям климата повысится.

#### Пояснения по социальным характеристикам прибрежных городов

Численность населения, подверженного воздействию изменений климата (POP), ее ежегодный прирост (POPG), количество людей возрастом 65 лет и старше (AGE), число людей с ограниченными возможностями (DIS) и число

женщин (FM), проживающих в урбанизированных приморских районах, являются показателями для вычисления социального компонента уязвимости ( $CVI_{соц.}$ , см. формулу (6)). Индекс доходов и благосостояния населения (INCOM) рассчитывается как показатель устойчивости социального компонента уязвимости (см. таблицу 1).

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты расчетов показали, что в среднем города, находящиеся на побережьях Мраморного, Эгейского и Средиземного морей, более уязвимы при воздействии повышения уровня моря, чем расположенные на побережье Черного моря. Наиболее уязвимым, по полученным данным, является Коджаэли на берегу Мраморного моря. После него по уязвимости идут Стамбул на побережье Мраморного моря и Измир на берегу Эгейского моря (рис. 2; см. также рис. 1).

При сопоставлении оценок уязвимости, сделанных отдельно для каждого компонента CVI (см. формулы (4–6)), было выделено шесть типов приморских городов Турции при воздействии повышения уровня моря (см. таблицу 2):

- 1) физически уязвимые;
- 2) морфологически уязвимые;
- 3) социально уязвимые;

- 4) физически и морфологически уязвимые;
- 5) физически и социально уязвимые;
- 6) морфологически и социально уязвимые.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приоритетные меры против воздействия изменений климата на приморские города в Турции следует принимать в соответствии с выделенными здесь типами уязвимости. Более устойчивыми к воздействию изменений климата могли бы быть физически и морфологически уязвимые прибрежные города. При необходимости можно было бы проводить дополнительные исследования в обозначенных в статье направлениях.

Адаптация к повышению уровня моря имеет решающее значение и для других стран [33], имеющих города на побережьях морей и океанов, поэтому использованный в данной работе подход мог бы быть полезным для руководителей территориального планирования и градостроительства этих государств.

Авторы выражают благодарность факультету научно-исследовательских проектов Университета Докуз Эйлюль (г. Измир, Турция) за поддержку представленного исследования.

## Источники (References) ►

1. Aydin M.B.S., Kahraman E.D. Determining the spatial vulnerability levels and typologies of coastal cities to climate change: case of Turkey // *International Journal of Geological and Environmental Engineering*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2016. Vol. 10. № 11. Paper 32250. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1128163. URL: publications.waset.org/10006076/pdf.
2. regnum.ru/news/3342516.html.
3. Church J.A., Clark P.U., Cazenave A., et al. Sea Level Change // *Climate Change 2013. The Physical Science Basis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013. P. 1137–1216.
4. Wong P.P., Losada I.J., Gattuso J.-P., et al. Coastal systems and low-lying areas // *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A. Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014. P. 361–409.
5. Nicholls R.J., Wong P.P., Burkett V.R. et al. Coastal systems and low-lying areas // *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. P. 315–356.
6. Mcgranahan G., Balk D., Anderson B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones // *Environment and Urbanization*. 2007. Vol. 19. № 1. P. 17–37.
7. Revi A., Satterthwaite D.E., Aragon-Durand F., et al. Urban areas // *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A. Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014. P. 535–612.
8. Bulkeley H. A changing climate for spatial planning // *Planning Theory & Practice*. 2006. Vol. 7. № 2. P. 203–214.
9. Wilson E. Adapting to climate change at the local level: the spatial planning response // *Local Environment*. 2006. Vol. 11. № 6. P. 609–625.
10. Brown D. Making the linkages between climate change adaptation and spatial planning in Malawi // *Environmental Science and Policy*. 2011. Vol. 14. P. 940–949.
11. Greiving S., Fleischhauer M. National climate change adaptation strategies of European States from a spatial planning and development perspective // *European Planning Studies*. 2012. Vol. 20. № 1. P. 27–48.
12. Picketts I.M., Dery S.J., Curry J.A. Incorporating climate change adaptation into local plans // *Journal of Environmental Planning and Management*. 2014. Vol. 57. № 7. P. 984–1002.
13. Macintosh A., Foerster A., McDonald J. Policy design, spatial planning and climate change adaptation: a case study from Australia // *Journal of Environmental Planning and Management*. 2015. Vol. 58. № 8. P. 1432–1453.
14. Roy D.C., Blaschke T. Spatial vulnerability assessment of floods in the coastal regions of Bangladesh // *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 2015. Vol. 6. № 1. P. 21–44.
15. Li Y., Zhang X., Zhao X., et al. Assessing spatial vulnerability from rapid urbanization to inform coastal urban regional planning // *Ocean & Coastal Management*. 2016. Vol. 123. P. 53–65.
16. Republic of Turkey Ministry of Environment. First National Communication of Turkey on Climate Change. Ankara, 2007.
17. Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanisation, Turkey's Fifth National Communication Under the UNFCCC. Ankara, 2013.
18. Kahraman E.D., Aydin M.B.S. 1/100 000 ölçekli Çevre Düzeni İPlanlarının kıyı bölgelerine yönelik mekansal gelişim kararlarının saptanması // *TUCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu*. Ankara, 2014. P. 65–71.
19. Schneider S.H., Semenov S., Patwardhan A., et al. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change // *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. P. 779–810.
20. De Leon V., Carlos J. Vulnerability: a conceptual and methodological review. UNU-EHS, 2006.
21. Balica S.F., Douben N., Wright N.G. Flood vulnerability indices at varying spatial scales // *Water Science and Technology*. 2009. Vol. 60. № 10. P. 2571–2580.
22. Sullivan C., Meigh J. Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: the example of the climate vulnerability index // *Water Science and Technology*. 2005. Vol. 51. № 5. P. 69–78.
23. Balica S.F., Nigel G., Van Der Meulen F. A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts // *Natural Hazards*. 2012. Vol. 64. № 1. P. 73–105.
24. Avsar N.B., Kutoglu S.H., Erol B., Jin S. Coastal risk analysis of the Black Sea under the sea level rise // *FIG Working Week 2015. From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World*. Sophia, Bulgaria, 2015.
25. Illerin Yükseklik Özellikleri (Rakımları). The last access date: May 10, 2016. URL: <http://www.ozelliklerinedir.com/illerin-yuksekluk-ozellikleri-rakimlari/>.
26. Digital Elevation Map (DEM) Data-CGIAR SRTM (3 seconds resolution) // *DIVA-GIS*. The last access date: May 20, 2016. URL: <http://www.divagis.org/Data>.

27. Open Street Map (OSM) Data-turkey-latest.osm.bz2 // GEOFABRIK. The last access date: May 20, 2016.  
URL: <http://download.geofabrik.de/europe/turkey.html>.
28. Aydin M.B.S., Kahraman E.D. Measurement of city area, coastline and distance from the sea via Google Earth PRO. 2016.
29. Illerde Yasam Endeksi, 2015 // TURKSTAT. The last access date: July 19, 2016. URL:  
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24561>.
30. Adrese Dayali Nufus Kayit Sistemi Sonuclari (M) // TURKSTAT. The last access date: May 10, 2016.  
URL: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>.
31. Adrese Dayali Nufus Kayit Sistemi Sonuclari, 2015 // TURKSTAT. The last access date: July 15, 2016.  
URL: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507>.
32. Dunya Nufus Gunu, 2015 // TURKSTAT. The last access date: July 15, 2016. URL:  
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18617>.
33. Humin E.M., Gurrans G. Urban form and climate change: balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia // Habitat International. 2009. Vol. 33. № 3. P. 238–245.

# Независимый электронный журнал **ГеоИнфо**

**С 2022 года журнал «ГеоИнфо»  
выходит в формате \*PDF.  
10 выпусков в год.**



**WWW.GEOINFO.RU**