

## СОЦИОЛОГИЯ. ЭКОНОМИКА. МИГРАЦИЯ

Научная статья

УДК 911.3:30:556.535.2(571.621)

### ИНДЕКС УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ К НАВОДНЕНИЯМ

А.С. Ливенец

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: [livenets.as@yandex.ru](mailto:livenets.as@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1534-4853>

*В России, как и во всем мире, увеличивается частота и мощность наводнений. В число регионов, подверженных наводнениям, входят регионы юга Дальнего Востока, расположенные в бассейне реки Амур, где за последнее время произошло два катастрофических наводнения, в 2013 и 2019 гг. Оценка рисков наводнений состоит из двух компонентов: подверженность или природная опасность (физические факторы) и уязвимость (социально-экономические факторы). Индекс уязвимости рассчитывается из индексов восприимчивости, ликвидационных и адаптивных способностей. Ранее была проведена оценка рисков наводнений на уровне регионов России, однако оценка на локальном уровне репрезентативнее и выявляет наиболее уязвимые территории внутри региона.*

*В данном исследовании используется индикаторный метод расчета индекса уязвимости и составляющих индексов, ранее апробированный на примере Краснодарского края. При проведении расчета индексов для районов Еврейской автономной области (ЕАО) использовались социально-экономические параметры, собранные из региональных статистических баз данных. По результатам расчета, индекс уязвимости наименьший для Облученского района (0,32) и наибольший для Октябрьского района (0,78). Для трех остальных районов и г. Биробиджана индекс принимает средние значения (0,44–0,66). Также были рассмотрены полученные значения индекса уязвимости в сравнении с плотностью населения районов. Результаты приведены в виде таблицы и в виде карты области с цветовой градацией значений индекса. В дальнейшем полученные результаты могут быть использованы для комплексной оценки риска наводнений с учетом как физических, так и социально-экономических параметров.*

**Ключевые слова:** наводнение, риск, уязвимость, индекс уязвимости, социально-экономические параметры, Еврейская автономная область.

**Образец цитирования:** Ливенец А.С. Индекс уязвимости населения Еврейской автономной области к наводнениям // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 4. С. 31–40. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-31-40

#### Введение

Наводнения являются наиболее распространенным типом бедствий во всем мире, число крупных наводнений выросло почти в два раза за последние 20 лет [20]. В среднем наводнения в России менее масштабны, чем во всем мире, но за последние 30 лет наблюдается увеличение частоты и мощности наводнений в разных регионах страны. Наводнения могут быть разного генезиса: половодья или весенне-летнее снеготаяние, паводки – экстремальные осадки в виде дождя, заторы и зажоры льда. В России чаще всего причиной наводнений являются половодья [3, 4].

В число территорий России, наиболее подверженных наводнениям, входят регионы юга Дальнего Востока, расположенные в бассейне р. Амур. Глобальные климатические процессы влияют на изменение гидрологического режима Амура, что может привести к более высокому риску опасных природных явлений [9]. За последние десять лет два наиболее катастрофических наводнения в бассейне р. Амур произошли в 2013 и 2019 гг. [3, 22]. Оба наводнения были вызваны сильными осадками при прохождении глубоких циклонов. Наводнение 2013 г. оказалось самым масштабным в Еврейской автономной области

(ЕАО) по уровню воды за последние 30 лет, экономический ущерб области оценивается в 4 млрд рублей [16]. «По данным на 22 августа 2013 г., в Еврейской автономной области от наводнения пострадали 25 населённых пунктов. Подтоплены 699 жилых домов, более 3,5 тысяч приусадебных участков, 17 тысяч гектаров полей, повреждено 30 участков дорог и четыре автомобильных моста. Всего там эвакуировали 7,1 тысяч человек, из них 439 детей» [11].

Комплексная оценка рисков опасных природных явлений включает использование физических – природная опасность или подверженность (exposure) и социально-экономических факторов – уязвимость (vulnerability) [2, 6]. Уязвимость – это «степень потерь, возникающих в результате развития потенциально опасного явления, является функцией способности социальных, физических и экономических структур противостоять опасности» [2]. Уязвимость состоит из следующих компонентов: восприимчивость (susceptibility), способность к ликвидации последствий (coping capacity), способность адаптироваться к новым условиям среды (adaptive capacity) [26]. Чаще всего при исследовании наводнений используются только природные факторы и не учитываются социально-экономические показатели, характеризующие степень уязвимости территории. Например, были разработаны разные классификации наводнений по физическим параметрам [5, 15]. Расчет индекса уязвимости может помочь выявить территории с наиболее уязвимым населением и определить, какие социально-экономические показатели вносят наибольший вклад в уязвимость [25]. При этом выявление уязвимых групп населения и создание карт уязвимости будет полезно для управления рисками наводнений с целью уменьшения негативного влияния на жизнь и здоровье населения, окружающую среду, экономику, инфраструктуру [22].

Г.И. Гладкевич и соавторы в своем исследовании наводнений в России представили комплексную методику оценки рисков наводнений, в которой учитываются и физические, и социально-экономические факторы [2]. По результатам расчетов, ЕАО относится к группе регионов с очень высокой опасностью наводнений. Данное исследование было проведено на уровне регионов России. Однако оценка уязвимости может быть проведена на разных территориальных уровнях, например, поселение, район, бассейн реки и т.д. [2, 18]. Проведение анализа на более высоких уровнях может снижать репрезентативность оценок [6], поэтому в данном исследовании было

решено провести оценку уязвимости на более локальном уровне – уровне административных районов. К тому же сбор и обработка статистической информации, а также планирование мероприятий по защите от наводнений и их финансирование осуществляются на уровне районов.

Целью работы является оценка уязвимости населения ЕАО к наводнениям на локальном уровне. Для этого были поставлены и решены следующие задачи: выбор метода расчета индекса уязвимости; определение комплекса социально-экономических параметров, отражающих уязвимость населения; расчет составных индексов и интегрального индекса уязвимости.

#### **Методы расчета индекса уязвимости**

Разные методы оценки уязвимости к наводнениям можно объединить в четыре категории, представленные в табл. 1.

Индикаторный метод считается наиболее достоверным. В этом методе индекс уязвимости рассчитывается как комплексный индекс с использованием существующих статистических данных. Индикаторный метод ясно отображает связь между вводными данными и результатом расчета уязвимости и поэтому часто используется при оценке уязвимости к наводнениям, а также оказывается удобным при принятии решений на локальном уровне [21, 23].

#### **Методика расчета и выбор параметров**

В данном исследовании используется индикаторный метод, совмещающий подходы отечественной и зарубежной науки и отработанный на примере регионов Германии и Юго-Восточной Азии [2, 19, 21, 26]. В России этот метод был апробирован при исследовании социально-экономических рисков в прибрежных зонах Краснодарского края [6]. Выбор данного метода для расчета индекса уязвимости для ЕАО был описан ранее и используется с учетом наличия необходимых показателей в региональных базах данных [8]. Для вычисления индекса уязвимости использовался следующий алгоритм: 1) построение матрицы исходных показателей; 2) нормирование показателей; 3) введение веса для каждого показателя; 4) расчет составных индексов; 5) применение конечной формулы для расчета индекса уязвимости.

В табл. 2 указаны использованные для вычисления индексов параметры и подпараметры, а также вес для каждого из них. Нормирование показателей проводилось с использованием формулы линейного масштабирования: (1) – для монотонно возрастающей связи между переменной  $X$  и индексом  $I$  и (2) – для монотонно убывающей:

## Flood vulnerability assessment methods

	Суть метода	Плюсы	Минусы
<b>Метод кривой</b> (curve method) [23, 24]	Построение графиков, отображающих зависимость степени урона от интенсивности наводнений	Достаточно точный	Только для оценки уязвимости этой же территории
<b>Метод данных прошлых наводнений</b> (disaster loss data method) [23]	Сбор данных реальных наводнений для предсказания будущих	Простота метода	Неточный из-за неравномерности собираемых данных
<b>Метод компьютерного моделирования</b> (computer modelling method) [17, 23]	Основан на детальных данных о топографии, гидрографии и экономике исследуемой территории	Наиболее чувствительный метод на локальном уровне	При недостатке необходимых данных в модели могут появляться ошибки, что приводит к недостоверности данных
<b>Индикаторный метод</b> (indicator-based method) [21, 23]	Комплексный индекс с использованием существующих статистических данных	Наиболее достоверный метод	Необходимость нормировать показатели, вводить вес (почти всегда это субъективный процесс)

$$I = (X - X_0) / (X^* - X_0), \quad (1)$$

$$I = 1 - (X_0 - X) / (X^* - X_0), \quad (2)$$

где  $X_0$  – минимальное значение переменной  $X$  из ряда для всех районов,  $X^*$  – максимальное значение [6].

Индексы «ликвидационных» и «адаптивных» способностей связаны с интегральным индексом монотонно убывающей последовательности. Поэтому для упрощения расчетов они были заменены на противоположные категории: «недостаточность ликвидационных способностей» и «недостаточность адаптивных способностей» соответственно. Каждый из составных индексов ( $I_{\text{вос}}$ ,  $I_{\text{НЛС}}$ ,  $I_{\text{НАС}}$ ) рассчитывался как сумма нормированных показателей, умноженных на соответствующий вес. Интегральный индекс уязвимости  $I_{\text{уяз}}$  рассчитывался по следующей формуле [6]:

$$I_{\text{уяз}} = 0,33(I_{\text{вос}} + I_{\text{НЛС}} + I_{\text{НАС}}), \quad (3)$$

где  $I_{\text{вос}}$  – индекс восприимчивости,  $I_{\text{НЛС}}$  – индекс недостаточности ликвидационных способностей,  $I_{\text{НАС}}$  – индекс недостаточности адаптивных способностей.

В табл. 2 указаны используемые для расчетов параметры и подпараметры, а также соответствующий вес по каждому из них, выбранные на основе более ранних исследований [2, 6, 26]. Индекс восприимчивости отражает чувствитель-

ность системы к природным опасным явлениям и состоит из параметров инфраструктуры, жилищных условий, социальной незащищенности и экономического потенциала. Длина водопроводных и канализационных сетей отображает обеспеченность чистой питьевой водой и возможности оттока ливневых вод. Ветхие и аварийные дома более подвержены разрушению. Социальная незащищенность населения выражена долей населения, обслуживаемого на дому органами социального обеспечения, отражает наиболее пострадавшую долю населения. Объем сельскохозяйственной продукции и оборот розничной торговли составляют параметр «экономический потенциал», который обозначает способность к восстановлению.

Индекс недостаточности ликвидационных способностей показывает, как население справляется с последствиями опасных явлений. Этот индекс зависит от параметра эффективности политики государства и местных властей, который выражается данными по доле зарегистрированных безработных (от численности всего населения) и объемом инвестиций за счет средств муниципального бюджета. Способность ликвидировать последствия наводнений также зависит от развитости медицинских услуг и рассчитывается из данных по числу больничных коек и врачей в

## Vulnerability index parameters and their weights

<b>Восприимчивость</b>					
Инфраструктура		Жилищные условия	Социальная незащищенность	Экономический потенциал	
Одиночное протяжение уличной водопроводной сети, м/чел.	Одиночное протяжение уличной канализационной сети, м/чел.	Доля населения, проживающего в ветхих и аварийных жилых домах	Доля населения, обслуживаемого отделениями социального обслуживания на дому граждан пожилого возраста и инвалидов	Оборот розничной торговли, млн. руб./чел	Объем продукции сельского хозяйства, млн. руб./чел
0,11	0,11	0,21	0,21	0,18	0,18
<b>Недостаточность ликвидационных способностей</b>					
Эффективность политики государства и местных властей		Развитие медицинских услуг		Материальный достаток	
Доля зарегистрированных безработных (от численности всего населения)	Инвестиции в основной капитал за счет средств муниципального бюджета, тысяч руб./чел.	Число коек в самостоятельных больничных учреждениях / 10000 чел.	Численность врачей всех специальностей (без зубных) учреждениях здравоохранения / 10000 чел.	Средняя заработная плата, руб./чел.	
0,13	0,13	0,3	0,3	0,14	
<b>Недостаточность адаптивных способностей</b>					
Образование			Инвестиции		
Доля учащихся дневных общеобразовательных учреждений (от численности населения)			Инвестиции в основной капитал по крупным и средним предприятиям, тысяч руб./чел.		
0,5			0,5		

учреждениях здравоохранения на 10 тысяч человек населения. Параметр «материальный достаток» выражается данными по средней заработной плате и отображает способность индивидуумов справиться с последствиями наводнений.

Индекс недостаточности адаптивных способностей показывает, как общество меняется и приспособляется для уменьшения потерь от опасных природных явлений в долгосрочной перспективе. Способности адаптироваться выражаются параметром «образование», который рассчитывается как доля учащихся от всего населения.

Параметр «инвестиции» также важен для оценки перспективности района и способности привлекать финансовые потоки, выражается объемом инвестиций в крупные и средние предприятия.

Показатели параметров были выбраны из статистических сборников Еврстата для пяти районов ЕАО и города Биробиджана за 2009 г. [1, 7, 10, 12–14]. Исходные показатели для каждого индекса и района представлены в табл. 3–5. Показатели нормировали, с учетом веса рассчитывались составные индексы и интегральный индекс уязвимости. Результаты представлены в табл. 6 и на рис.

Таблица 3

Показатели индекса восприимчивости для районов Еврейской автономной области и г. Биробиджана

Table 3

Susceptibility index parameters for the Jewish Autonomous Region districts and the city of Birobidzhan

Восприимчивость						
	Инфраструктура		Жилищные условия	Социальная незащищенность	Экономический потенциал	
	Одиночное протяжение уличной водопроводной сети, м/чел.	Одиночное протяжение уличной канализационной сети, м/чел.	Доля населения, проживающего в ветхих и аварийных жилых домах	Доля населения, обслуживаемого отделениями социального обслуживания на дому граждан пожилого возраста и инвалидов	Оборот розничной торговли, млн. руб./чел	Объем продукции сельского хозяйства, млн. руб./чел
Б	1,225	0,572	0,005	0,006	0,018	0,090
Л	0,532	0,091	0,006	0,003	0,029	0,044
Об	1,298	0,725	0,008	0,006	0,041	0,016
Ок	0,203	0,164	0,009	0,006	0,028	0,053
См	1,750	1,234	0,077	0,004	0,034	0,037
гБ	0,511	0,158	0,029	0,005	0,120	0,003

*Примечание для таблиц 3–5:* районы ЕАО: Б – Биробиджанский, Л – Ленинский, Об – Облученский, Ок – Октябрьский, См – Смидовичский; гБ – г. Биробиджан

Таблица 4

Показатели индекса «недостаточность ликвидационных способностей» для районов Еврейской автономной области и г. Биробиджана

Table 4

Coping capacity index parameters for the Jewish Autonomous Region districts and the city of Birobidzhan

Недостаточность ликвидационных способностей					
	Эффективность политики государства и местных властей		Развитие медицинских услуг		Материальный достаток
	Доля зарегистрированных безработных (от численности всего населения)	Инвестиции в основной капитал за счет средств муниципального бюджета, тысяч руб./чел.	Число коек в самостоятельных больничных учреждениях / 10 000 чел.	Численность врачей всех специальностей (без зубных) учреждений здравоохранения / 10 000 чел.	Средняя заработная плата, руб./чел.
Б	0,006	0,205	18,116	10,870	0,935
Л	0,015	0,634	40,909	10,455	0,556
Об	0,006	0,343	299,096	21,084	0,553
Ок	0,019	0,473	54,688	10,156	0,819
См	0,009	0,299	51,799	12,590	0,613
гБ	0,006	0,304	155,703	57,162	0,236

Показатели индекса «недостаточность адаптивных способностей»  
для районов Еврейской автономной области и г. Биробиджана

Adaptive capacity index parameters for the Jewish Autonomous Region districts and the city of Birobidzhan

Недостаточность адаптивных способностей		
	Образование	Инвестиции
	Доля учащихся дневных общеобразовательных учреждений (от численности населения)	Инвестиции в основной капитал по крупным и средним предприятиям, тысяч руб./чел.
Б	0,094	19,268
Л	0,097	29,036
Об	0,105	42,205
Ок	0,097	1,461
См	0,102	42,464
гБ	0,100	35,776

Результаты расчета индексов для районов Еврейской автономной области и г. Биробиджана и плотность населения

Indices calculation results and population density

	Плотность населения (чел/м <sup>2</sup> )	I <sub>уяз</sub>	I <sub>вос</sub>	I <sub>ЛС</sub>	I <sub>АС</sub>
Облученский	2,5	0,32	0,57	0,60	1,00
г. Биробиджан	446,4	0,44	0,59	0,61	0,67
Смидовичский	4,7	0,46	0,52	0,26	0,88
Ленинский	3,6	0,58	0,46	0,26	0,47
Биробиджанский	3,1	0,66	0,47	0,27	0,22
Октябрьский	2	0,78	0,67	0,24	0,11

**Примечание:** I<sub>уяз</sub> – индекс уязвимости, I<sub>вос</sub> – индекс восприимчивости, I<sub>ЛС</sub> – индекс ликвидационных способностей, I<sub>АС</sub> – индекс адаптивных способностей

### Обсуждение результатов

На первом этапе исследования был выбран метод расчета индекса уязвимости. Также были определены параметры и вес для каждого из них, необходимые для расчетов.

На втором этапе был проведен расчет составляющих индексов и интегрального индекса уязвимости. Интегральный индекс уязвимости имеет наибольшее значение для Октябрьского района и наименьшее – для Облученского (0,78 и 0,32 соответственно). Индекс восприимчивости Облученского района принимает среднее значе-

ние и компенсируется наилучшими показателями ликвидационных и адаптивных способностей. Полученные значения индексов для этого района обусловлены низкой безработицей, высокими показателями данных по доле больничных коек и врачей в учреждениях здравоохранения, а также по численности учащихся дневных общеобразовательных учреждений.

Немного выше, чем в Облученском районе, индекс уязвимости у города Биробиджана (0,44). Индекс восприимчивости принимает среднее значение и компенсируется более высокими значе-

ниями индексов ликвидационных и адаптивных способностей. В городе наименьшая доля безработных, наилучшая обеспеченность учреждений здравоохранения койками и врачами.

Наибольшее значение индекса уязвимости для Октябрьского района (0,78) обусловлено самым высоким индексом восприимчивости и низкими индексами ликвидационных и адаптивных способностей. Такие результаты получены из-за низких показателей параметров инфраструктуры, наибольшей доли безработных, наименьшей доли врачей и минимальной доли инвестиций среди всех районов.

Для Биробиджанского района индекс восприимчивости принимает одно из наименьших значений, что обусловлено, в частности, наименьшей долей человек, проживающих в ветхих и аварийных домах, однако из-за низких показателей индексов ликвидационных и адаптивных способностей интегральный индекс уязвимости для этого района достаточно высокий, второй по величине (0,66).

Значения индексов уязвимости Смидовичского и Ленинского районов принимают средние значения, 0,46 и 0,58 соответственно, в то же время из-за высокого индекса адаптивных способностей (высокий показатель доли инвестиций) интегральный индекс уязвимости для Смидовичского района ниже, чем для Ленинского.

Рассматривая значение индекса уязвимости

совместно с плотностью населения (рис.), можно более точно оценить потенциальный урон от наводнений. Например, в Смидовичском районе индекс уязвимости в 1,7 раз ниже, чем в Октябрьском, при этом плотность населения в 2,3 раза выше. Поэтому наводнение одинаковой силы в этих районах может привести к схожему урону.

В Смидовичском районе плотность населения наибольшая, а индекс уязвимости невысокий, поселения находятся на равнинных, часто затопляемых территориях. В Октябрьском районе, напротив, расселение неравномерно – большая часть поселений расположена вдоль Амура, в зонах затопления, что может увеличить потери. Поэтому для более точной оценки урона от наводнений необходимо выявлять зоны затопления внутри районов и долю населения, проживающего на затопляемых территориях. Таким образом, для каждого района вычисляется индекс подверженности, используемый в комплексной оценке рисков наводнений [6].

#### Заключение

Результатом данной работы стало вычисление индексов уязвимости для районов Еврейской автономной области. Результаты можно использовать для предупреждения разрушений от наводнений и распределения финансирования в более уязвимые районы для борьбы с их последствиями. Однако эти результаты относительны и не могут быть использованы для точной оценки ущерба.

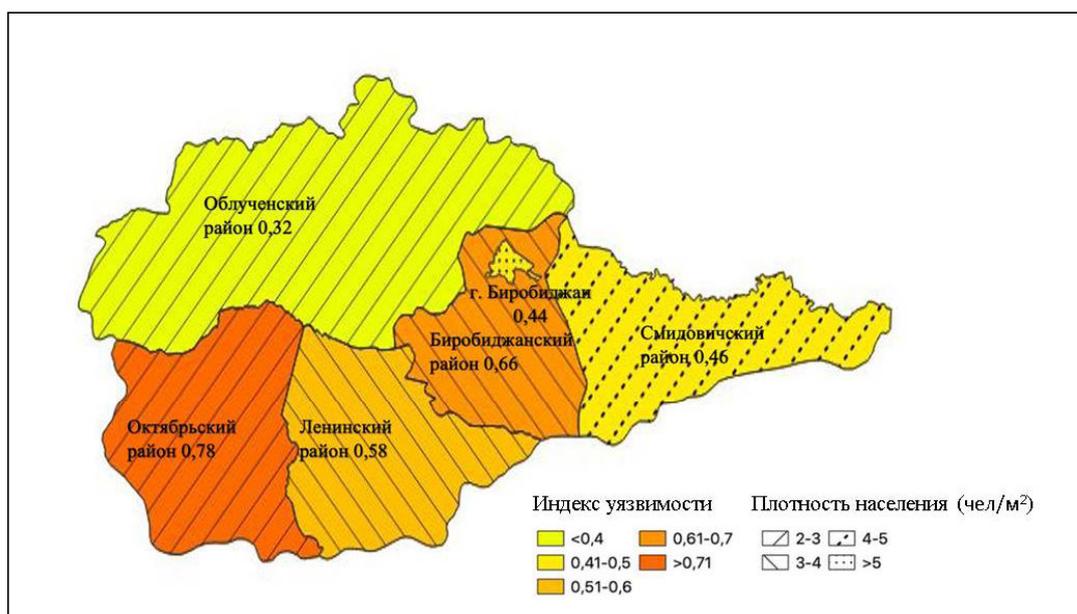


Рис. Индексы уязвимости и плотность населения районов Еврейской автономной области

Fig. Vulnerability indices and population density for Jewish Autonomous Region

На следующем этапе исследования планируется провести комплексную оценку природного риска в зависимости от силы наводнений, используя как социально-экономические параметры (уязвимость), так и природные факторы (подверженность), что позволит более точно оценить ущерб от наводнений в разных районах. Недостаточность существующих баз данных с социально-экономическими показателями можно компенсировать опросом и экспертными интервью с местным населением, главами администраций, работниками МЧС. Это поможет выявить, какой опыт имеют местные жители относительно наводнений, насколько они информированы и могут обеспечить свою безопасность, принимаемые меры для устранения последствий наводнений, адаптации к будущим наводнениям.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Биробиджанский муниципальный район Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 24 с.
2. Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации // Водное хозяйство России. 2012. № 2. С. 29–46.
3. Григорьева Е.А., Ревич Б.А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в 2010–2020 гг. Ч. 2. Наводнения, тайфуны, ледяной дождь, засухи // Проблемы анализа риска. 2021. № 3 (18). С. 10–31. DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-3-10-31
4. Добровольский С.Г., Истомина М.Н., Пасечкина В.Ю. Изменения естественных параметров экстремальных гидрологических явлений в России и в мире и вызванных ими ущербов: наводнения и засухи // Вопросы географии. М.: Кодекс, 2018. № 145. С. 183–193.
5. Доброумов Б.М., Тумановская С.М. Наводнение на реках России: их формирование и районирование // Метеорология и гидрология. 2002. № 12. С. 70–78.
6. Земцов С.П., Крыленко И.Н., Юмина Н.М. Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах азово-черноморского побережья Краснодарского края // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей. М.: ТРИУМФ, 2012. С. 86–96.
7. Ленинский муниципальный район Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 18 с.
8. Ливенец А.С. Методика расчета индекса социальной уязвимости населения Еврейской автономной области к наводнениям // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 3–15. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-139-141
9. Махинов А.Н., Ким В.И. Влияние изменений климата на гидрологический режим реки Амур // Тихоокеанская география. 2020. № 1 (1). С. 30–39.
10. Муниципальное образование «Город Биробиджан» Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 13 с.
11. Наводнение 2013. Талакан, 2014. 144 с.
12. Облученский муниципальный район Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 25 с.
13. Октябрьский муниципальный район Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 18 с.
14. Смидовичский муниципальный район Еврейской автономной области: стат. бюллетень. Биробиджан: Еврстат, 2010. 22 с.
15. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2008. 432 с.
16. Уроки прошлого: неслыханное наводнение – 2013 в ЕАО заставило мобилизовать все силы. URL: <https://eaomedia.ru/news/518520/> (дата обращения: 04.04.2022).
17. Balica S.F. et al. Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment: A comparison // Environmental Modelling & Software. 2013. Vol. 41. P. 84–92.
18. Balica S.F., Douben N., Wright N.G. Flood vulnerability indices at varying spatial scales // Water Science and Technology. 2009. N 10 (60). P. 2571–2580.
19. Damm Marion Mapping Social-Ecological Vulnerability to Flooding – A sub-national approach for Germany. Bonn: UNU-EHS, 2010. 205 p.
20. EM-DAT. Human Cost of Disasters. An overview of the last 20 years 2000-2019. Brussels Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), UNDRR. 2020. URL: <http://www.emdat.be/database> (accessed: 15 January 2022).
21. Fekete Alexander Assessment of Social Vulnerability to River Floods in Germany. Bonn: UNU-EHS, 2010. 119 p.
22. Grigorieva E.A., Livenets A.S. Risks to the Health of Russian Population from Floods and Droughts in 2010–2020: A Scoping Review // Climate. 2022. N 3 (10). P. 37.

23. Nasiri H., Mohd Yusof M.J., Mohammad Ali T.A. An overview to flood vulnerability assessment methods // *Sustainable Water Resources Management*. 2016. N 3 (2). P. 331–336.
  24. Papathoma-Köhle M. et al. Improvement of vulnerability curves using data from extreme events: debris flow event in South Tyrol // *Natural Hazards*. 2012. N 3 (64). P. 2083–2105.
  25. Rufat S. et al. Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2015. N (14). P. 470–486.
  26. World Risk Report. Bonn: Bündnis Entwicklung Hilft, 2011. 68 p.
- REFERENCES:
1. *Birobidzhanskii munitsipal'nyi raion Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Birobidzhan Municipal District of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 24 p. (In Russ.).
  2. Gladkevich G.I., Terskiy P.N., Frolova N.L. Assessment of inundation hazard on the territory of the Russian Federation. *Vodnoe hozyaistvo Rossii*, 2012, no. 2, pp. 29–46. (In Russ.).
  3. Grigorieva E.A., Revich B.A. Health Risks to the Russian Population from Weather Extremes in 2010—2020. Part 2. Floods, Typhoons, Ice Rain, Droughts. *Issues of Risk Analysis*, 2021, no. 3 (18), pp. 10–31. (In Russ.). DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-3-10-31
  4. Dobrovolski S.G., Istomina M.N., Pasechkina V.Yu. Changes in Time of Natural Parameters and Damages of Extreme Hydrological Events in Russia and the World: Floods and Droughts, in *Voprosy geografii* (Problems of Geography). Moscow: Kodeks Publ., 2018, no. 145, pp. 183–193. (In Russ.).
  5. Dobroumov B.M., Tumanovskaya S.M. Flooding on the rivers of Russia: their formation and zoning. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2002. no. 12. pp. 70–78. (In Russ.).
  6. Zemtsov S.P., Krylenko I.N., Yumina N.M. Socio-economic evaluation of flood risk in the coastal area of Azov and Black seas in the Krasnodar region, in *Prirodnye i sotsial'nye riski v beregovoi zone Chernogo i Azovskogo morei* (Natural and social risks in the coastal area of Black and Azov seas). Moscow: Triumf Publ., 2012, pp. 86–96. (In Russ.).
  7. *Leninskii munitsipal'nyi raion Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Leninsky Municipal District of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 18 p. (In Russ.).
  8. Livenets A.S. Methodology for social vulnerability index to floods in Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 139–141. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-139-141
  9. Makhinov A.N., Kim V.I. Effect of climate changes on the hydrological regime of the Amur river. *Tihookeanskaya geografiya*, 2020, no. 1 (1). pp. 30–39. (In Russ.). DOI: 10.35735/7102875.2020.1.1.004
  10. *Munitsipal'noe obrazovanie «Gorod Birobidzhan» Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Municipal formation «City of Birobidzhan» of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 13p. (In Russ.).
  11. *Navodnenie 2013* (Flood of 2013). Talakan, 2014. 144 p. (In Russ.).
  12. *Obluchenskii munitsipal'nyi raion Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Obluchensky Municipal District of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 25p. (In Russ.).
  13. *Oktyabr'skii munitsipal'nyi raion Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Oktyabrsky Municipal District of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 18p. (In Russ.).
  14. *Smidovichskii munitsipal'nyi raion Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. byulleten'* (Smidovichi Municipal District of the Jewish Autonomous Region: stat. bulletin). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2010. 22p. (In Russ.).
  15. Taratunin A.A. *Navodneniya na territorii Rossiiskoi Federatsii* (Floods in the Russian Federation). Ekaterinburg: RosNIIVH, 2008. 432 p. (In Russ.).
  16. *Uroki proshlogo: neslykhanoe navodnenie – 2013 v EAO zastavilo mobilizovat' vse sily* (Lessons from the past: an unprecedented flood – 2013 in the JAR forced to mobilize all forces). URL: <https://eaomedia.ru/news/518520/> (accessed: 04 April 2022). (In Russ.).
  17. Balica S.F. et al. Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment: A comparison. *Environmental Modelling & Software*, 2013, vol. 41, pp. 84–92.
  18. Balica S.F., Douben N., Wright N.G. Flood vulnerability indices at varying spatial scales. *Water Science and Technology*, 2009, no. 10 (60), pp. 2571–2580.

19. Damm Marion *Mapping Social-Ecological Vulnerability to Flooding – A sub-national approach for Germany*. Bonn: UNU-EHS, 2010. 205 p.
20. EM-DAT. *Human Cost of Disasters. An overview of the last 20 years 2000-2019*. Brussels Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), UNDRR. 2020. URL: <http://www.emdat.be/database> (accessed: 15 January 2022).
21. Fekete Alexander *Assessment of Social Vulnerability to River Floods in Germany*. Bonn: UNU-EHS, 2010. 119 p.
22. Grigorieva E.A., Livenets A.S. Risks to the Health of Russian Population from Floods and Droughts in 2010–2020: A Scoping Review. *Climate*, 2022, no. 3 (10), pp. 37.
23. Nasiri H., Mohd Yusof M.J., Mohammad Ali T.A. An overview to flood vulnerability assessment methods. *Sustainable Water Resources Management*, 2016, no. 3 (2), pp. 331–336.
24. Papatoma-Köhle M. et al. Improvement of vulnerability curves using data from extreme events: debris flow event in South Tyrol. *Natural Hazards*, 2012, no. 3 (64), pp. 2083–2105.
25. Rufat S. et al. Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2015, no. (14), pp. 470–486.
26. *World Risk Report*. Bonn: Bündnis Entwicklung Hilft, 2011. 68 p.

## INDEX OF VULNERABILITY TO FLOODS FOR THE JEWISH AUTONOMOUS REGION POPULATION

A.S. Livenets

*In the Russian Federation and other countries floods are getting more severe and occur more often. Among the Russian regions suffering from floods are the regions of the southern Far East, located in the Amur River basin; two severe floods occurred there in 2013 and 2019. The concept of flood risk consists of two components: exposure (physical factors) and vulnerability (socioeconomic factors). Flood vulnerability index evaluates the impact of floods on socioeconomic development of a studied region. It consists of vulnerability, liquidation capacity and adaptive capacity indices. An earlier study calculated risks of floods in the regions of Russia. However, calculation on the local level is more representative in showing most vulnerable territories within a region. This study describes an indicator method, earlier applied in the the Krasnodar region, for calculating the indices. The author presents the indices calculations for five districts of the Jewish Autonomous Region, on base of the socioeconomic parameters taken from regional databases. According to the calculation results, the Obluchensky district shows the lowest vulnerability index (0.32), while the Oktyabrsky district – the highest one (0.78). For the other three districts and Birobidzhan, the indices are average (0.46–0.66). The indices are also compared taking into account the population density. The table and the map with colour gradients show the study results. In the following research these results are planned to be used for a comprehensive flood risk assessment based on physical and socioeconomic parameters.*

**Keywords:** flood, risk, vulnerability, vulnerability index, socioeconomic parameters, Jewish Autonomous Region.

**Reference:** Livenets A.S. Index of vulnerability to floods for the Jewish Autonomous Region population. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 4, pp. 31–40. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-31-40

*Поступила в редакцию 30.08.2022*

*Принята к публикации 13.12.2022*