



УДК 556.535.2(571.621)
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-2-296-305

Комплексная оценка рисков наводнений в Еврейской автономной области

Ливенец А.С.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН
Россия, 679016, ЕАО, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4
E-mail: livenets.as@yandex.ru

Аннотация. На юге Дальнего Востока к наиболее подверженным наводнениям относятся территории бассейна реки Амур, включая Еврейскую автономную область (ЕАО). Комплексная оценка рисков наводнений состоит из двух компонентов: подверженность, или природная опасность (физические факторы), и уязвимость (социально-экономические факторы). Метод комплексной оценки рисков был разработан и использован ООН для оценки индекса рисков в разных странах. Этот же метод был использован на более локальных уровнях для регионов России и муниципальных образований Краснодарского края. Цель данного исследования – комплексная оценка рисков наводнений для города Биробиджана и районов ЕАО. На основе индекса подверженности населения к наводнениям, рассчитанного по данным о затопляемости территорий области, а также проанализированного нами ранее индекса уязвимости населения ЕАО к наводнениям, был получен интегральный индекс рисков наводнений для каждого района области и города Биробиджана. Результаты работы позволяют оценить ситуацию в отдельных административно-территориальных единицах и на их основе принимать решения о первоочередности помощи при чрезвычайных ситуациях и распределении финансирования для ликвидации последствий.

Ключевые слова: наводнение, риск, уязвимость, индекс уязвимости, индекс подверженности, Еврейская автономная область

Для цитирования: Ливенец А.С. 2023. Комплексная оценка рисков наводнений в Еврейской автономной области. Региональные геосистемы, 47(2) 296–305. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-296-305

Comprehensive Assessment of Flood Risks in the Jewish Autonomous Region

Alexandra S. Livenets

Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch,
Russian Academy of Sciences (ICARP FEB RAS)
4 Sholom-Aleikhem St, Birobidzhan 679016, Russia
E-mail: livenets.as@yandex.ru

Abstract. The territories of the Amur River basin are among the most prone to flooding in the south of the Russian Far East, including the Jewish Autonomous Region (JAR). For more than 120 years of observations, catastrophic floods in this area were recorded in 17 % of the years, including in the years 2013 and 2019. A comprehensive flood risk assessment consists of two components: exposure or natural hazard (physical factors) and vulnerability (socio-economic factors). The integrated risk assessment method was developed and used by the UN to assess the risk index for different countries. The same method was used at the local levels for the regions of Russia and municipalities of the Krasnodar Krai. The purpose of this study is a comprehensive assessment of flood risks for the districts and the city of Birobidzhan of the Jewish Autonomous Region. The index of vulnerability of the population of the JAR to floods was calculated earlier. In this study, based on data on the flooding of the territories of the region, the index of

the population's exposure to floods was calculated. Further, on the basis of the obtained indices, an integral flood risk index was calculated for each district of the region and the city of Birobidzhan. The data obtained make it possible to assess the situation in individual administrative-territorial units and, based on them, make decisions on the priority of assistance in emergency situations and the allocation of funding for the elimination of consequences.

Keywords: flood, risk, vulnerability, vulnerability index, exposure index, Jewish Autonomous Region

For citation: Livenets A.S. 2023. Comprehensive Assessment of Flood Risks in the Jewish Autonomous Region. *Regional Geosystems*, 47(2): 296–305. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-296-305

Введение

Наводнения являются самым распространенным видом стихийных бедствий и наиболее значительным с точки зрения количества пострадавших [Разумов и др., 2018]. Они 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 [Добровольский и др., 2018; Григорьева, Ревич, 2021]. К регионам России, наиболее подверженным опасным гидрологическим явлениям, относятся и регионы юга Дальнего Востока, находящиеся на территории бассейна реки Амур. Именно здесь заметно проявляется муссонный характер климата юга Дальнего Востока [Костин, Покровская, 1953]. Амур является одной из крупнейших рек мира протяженностью 4444 км, его бассейн занимает площадь около 1,9 млн км². В настоящее время гидрологический режим Амура меняется под воздействием глобальных изменений климата, что может сказаться на увеличении риска опасных природных явлений [Махинов, Ким, 2020].

На территории Дальнего Востока наводнения отмечаются постоянно, в основном в летний период. Более 120 лет велись наблюдения за уровнем воды в Амуре: наводнения в г. Хабаровск отмечались в 91 % прошедшего временного отрезка, а в 17 % – катастрофические, с наибольшим ущербом [Бортин, 2017]. За последние годы два наиболее катастрофических наводнения в бассейне Амура произошли в 2013 и 2019 гг. [Григорьева, Ревич, 2021; Grigorieva, Livenets, 2022]. Катастрофическое наводнение в августе – сентябре 2013 года в Хабаровском крае, Еврейской автономной и Амурской областях было вызвано ливневыми дождями при прохождении глубоких циклонов. Ущерб от этого наводнения составил более 500 млрд руб. и в целом по бассейну превысил годовой бюджет всех административных субъектов ДФО [Бортин, 2017]. В ЕАО экономический ущерб от наводнения 2013 года оценивается в 4 млрд руб. [Уроки прошлого..., 2016].

Территория ЕАО относится к области муссонов умеренных широт со средним количеством осадков в году от 644 до 800 мм/год [Аношкин и др., 2018]. Годовой максимум осадков приходится на летние месяцы, обуславливая появление паводков. Значительные паводки формируются так называемыми паводкообразующими дождями повышенной интенсивности (ливнями) или длительности (обложными) [Аношкин, 2014].

Комплексная оценка рисков опасных природных явлений включает использование физических – природная опасность или подверженность (*exposure*), и социально-экономических факторов – уязвимость (*vulnerability*) [World Risk Report..., 2011; Гладкевич и др., 2012; Земцов и др., 2012]. Риск – это мера количественного многокомпонентного измерения опасности с включением величины ущерба от воздействия опасных факторов, вероятности их возникновения и неопределенности в величинах ущерба и вероятности [Гладкевич и др., 2012]. Риск равен нулю в случаях, где вероятность возникновения опасного явления отсутствует, нет ущерба и пострадавших, или вероятность явления велика, но отсутствует объект воздействия. Подверженность – это сумма возможных потерь, включает оценку площади территории, основных фондов и количества населения, подверженного наводнениям [Зем-



цов и др., 2012]. Уязвимость – это степень потерь, возникающих в результате развития потенциально опасного явления, показатель способности социальных, физических и экономических структур противостоять опасности [Гладкевич и др., 2012]. Понятие уязвимости возникло в гуманитарных науках, но в последнее время все чаще используется и при изучении катастроф [Liu et al., 2021]. Уязвимость состоит из следующих компонентов: восприимчивость (susceptibility), способность к ликвидации последствий (coping capacity), способность адаптироваться к новым условиям среды (adaptive capacity).

Метод комплексной оценки рисков был разработан и использован ООН для оценки индекса рисков в разных странах [World Risk Report., 2011]. Этот же метод был использован на более локальных уровнях для регионов России и муниципальных образований Краснодарского края [Zemtsov et al., 2014].

Оценка рисков может быть проведена на разных территориальных уровнях, например, поселение, район, бассейн реки и т. д. [Гладкевич и др., 2012]. Проведение анализа на более высоких уровнях может снижать репрезентативность оценок, поэтому в данном исследовании было решено провести оценку уязвимости на 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 данной работы является оценка рисков наводнений для районов Еврейской автономной области и города Биробиджана. В задачи исследования входило выявление районов, наиболее подверженных наводнениям, на основе информации о максимальных затоплениях территорий и расчет индексов подверженности. Далее на основе индекса подверженности и индекса уязвимости населения проводился расчет интегрального индекса рисков наводнений для каждого района. Результатом исследования стало районирование территории ЕАО по степени рисков наводнений.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются районы ЕАО и город Биробиджан, в разной степени подверженные наводнениям. Предметом исследования являются уязвимость и подверженность территорий и населения к опасным гидрологическим явлениям.

В данной работе для расчета рисков наводнений используется метод, совмещающий подходы отечественной и зарубежной науки, и отработанный на примере регионов Германии и Юго-Восточной Азии [Damm, 2010; Fekete, 2010; World Risk Report..., 2011; Гладкевич и др., 2012]. Этот метод был апробирован ранее на территории России при исследовании социально-экономических рисков в прибрежных районах Краснодарского края [Земцов и др., 2012]. Для вычисления интегрального индекса рисков необходимо рассчитать составные индексы уязвимости и подверженности. Интегральный индекс рисков $I_{инт}$ (1), рассчитывался как произведение индексов подверженности ($I_{под}$) и уязвимости ($I_{уяз}$) [World Risk Report..., 2011]:

$$I_{инт} = I_{под} * I_{уяз}. \quad (1)$$

Существуют различные методы измерения уязвимости к наводнениям [Nasiri et al., 2016; Rehman et al., 2019]. Методы, основанные на индексах, применяются чаще всего, несмотря на необходимость нормировать показатели, вводить вес [Kirby et al., 2019; Chan et al., 2022;]. Расчет индекса уязвимости населения ЕАО к наводнениям подробно описан в более раннем исследовании [Ливенец, 2022]. В табл. 1 указаны использованные для вычисления индекса уязвимости параметры и подпараметры, которые были выбраны на основе более ранних исследований, а также вес для каждого из них [World Risk Report..., 2011; Гладкевич и др., 2012; Земцов и др., 2012; Bigi et al., 2021].

Таблица 1
Table 1

Параметры индекса уязвимости с соответствующим весом
Vulnerability index parameters and their weights

| 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. |
| 0,11 | 0,11 | 0,21 | 0,21 | 0,18 | 0,18 |
| 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 / 10000 чел. | Численность врачей всех специальностей (без зубных) в учреждениях здравоохранения / 10000 чел. | Средняя заработная плата, руб./чел. | |
| 0,13 | 0,13 | 0,3 | 0,3 | 0,14 | |
| 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. | | |
| 0,5 | | | 0,5 | | |

Нормирование показателей выбранных параметров проводилось с использованием формулы линейного масштабирования: (1) – для монотонно возрастающей связи между переменной X и индексом I , и (2) – для монотонно убывающей:

$$I = \frac{X - X_0}{X^* - X_0} \quad (2),$$

$$I = 1 - \frac{X - X_0}{X^* - X_0} \quad (3),$$

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

Индекс уязвимости состоит из индексов восприимчивости ($I_{вос}$), ликвидационных и адаптивных способностей. Индексы ликвидационных и адаптивных способностей связаны с интегральным индексом монотонно убывающей последовательностью. Поэтому для упрощения расчетов они были заменены на противоположные категории: «недостаточность ликвидационных способностей» ($I_{НЛС}$) и «недостаточность адаптивных способностей»



($I_{НАС}$) соответственно. Каждый из составных индексов рассчитывался как сумма нормированных показателей, умноженных на соответствующий вес. Интегральный индекс уязвимости $I_{уяз}$ рассчитывался по следующей формуле:

$$I_{уяз} = 0,33 * (I_{вос} + I_{НЛС} + I_{НАС}) \quad (4),$$

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

Индекс подверженности районов ($I_{под}$) рассчитывается как доля населения, проживающего на территориях, подверженных затоплению (табл. 2):

$$I_{под} = \frac{n}{N} \quad (5),$$

где n – количество проживающих в зонах максимального затопления, N – всего проживающих в данном районе.

Таблица 2
Table 2

Данные для расчета индекса подверженности
Data for calculation of the exposure index

| Район | Населенные пункты в зонах затопления паводка 2013 года | Численность населения по переписи 2010 года, человек [Численность населения..., 2010] | Всего человек в зонах затопления | Население района в 2010 году, чел. | $I_{под}$ |
|----------------|--|---|----------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Биробиджанский | с. Головино | 279 | 1092 | 11907 | 0,09 |
| | с. Надеждинское | 486 | | | |
| | с. Раздольное | 327 | | | |
| Ленинский | с. Ленинское | 6109 | 9101 | 20684 | 0,44 |
| | с. Кукелево | 893 | | | |
| | с. Нижнеленинское | 212 | | | |
| | с. Квашнино | 238 | | | |
| | с. Дежнево | 966 | | | |
| Облученский | с. Новое | 683 | 1097 | 29035 | 0,04 |
| | с. Пашково | 668 | | | |
| Октябрьский | с. Радде | 429 | 9056 | 11354 | 0,80 |
| | с. Амурзет | 5051 | | | |
| | с. Пузино | 729 | | | |
| | с. Доброе | 158 | | | |
| | с. Благословенное | 869 | | | |
| | с. Нагибово | 534 | | | |
| Смидовичский | с. Екатерино-Никольское | 1715 | 13380 | 28165 | 0,48 |
| | пос. им. Тельмана | 1210 | | | |
| | с. Владимировка | 31 | | | |
| | пос. Соцгородок | 180 | | | |
| | пос. Николаевка | 7912 | | | |
| | пос. Приамурский | 4047 | | | |

Для выявления таких территорий были взяты данные по затоплению во время сильного паводка 2013 года [Об установлении..., 2013]. Данные составляют перечень затопленных населенных пунктов в каждом районе области. Город Биробиджан был затоплен лишь

частично, в основном в районах частного сектора, к тому же нет возможности рассчитать, сколько населения проживает на затопляемых территориях города. Поэтому считаем, что в целом индекс подверженности для города близок к нулю.

Результаты и их обсуждение

Результаты расчетов индексов подверженности ($I_{под}$), уязвимости ($I_{уяз}$) и интегрального индекса рисков наводнений ($I_{инт}$) приведены в табл. 3. На рис. представлены картограммы индексов уязвимости и подверженности, где оранжевым цветом наглядно выделены наиболее уязвимые и подверженные наводнениям районы.

Таблица 3
Table 3

Расчеты интегрального индекса рисков наводнений ($I_{инт}$),
индексов подверженности ($I_{под}$) и уязвимости ($I_{уяз}$) для районов ЕАО
The integral index of flood risks ($I_{инт}$),
indices of exposure ($I_{под}$) and vulnerability ($I_{уяз}$) of the JAR districts

| Район | $I_{инт}$ | $I_{под}$ | $I_{уяз}$ |
|----------------|------------|------------|-----------|
| г. Биробиджан | Близок к 0 | Близок к 0 | 0,44 |
| Облученский | 0,01 | 0,04 | 0,32 |
| Биробиджанский | 0,06 | 0,09 | 0,66 |
| Смидовичский | 0,22 | 0,48 | 0,46 |
| Ленинский | 0,26 | 0,44 | 0,58 |
| Октябрьский | 0,62 | 0,80 | 0,78 |

По полученным результатам районы на территории ЕАО можно разбить на три группы по рискам наводнений (выделены разным цветовым фоном в табл. 3). К группе с очень низким риском наводнений относятся город Биробиджан и два района, Облученский и Биробиджанский. Город находится на берегах реки Биры, от разливов которой защищен дамбой, и поэтому мало подвержен затоплениям. Индекс уязвимости для Биробиджана принимает среднее значение, и интегральный индекс рисков очень низкий.

Облученский район имеет в основном среднегорный рельеф, только несколько малонаселенных населенных пунктов находятся вдоль подверженного затоплениям побережья Амура. Поэтому индекс подверженности в этом районе низкий, и индекс риска наводнений тоже очень низкий.

В Биробиджанском районе несколько малонаселенных населенных пунктов, подверженных наводнениям, находятся вдоль реки Биры, паводки на которой значительно менее разрушительны по сравнению с паводками на Амуре. Индекс уязвимости выше среднего, но благодаря низкой подверженности интегральный индекс рисков принимает очень низкое значение.

Более высокие значения принимает индекс рисков наводнений для Ленинского и Смидовичского районов. В этих районах почти половина населения проживает на затопляемых территориях вдоль рек Амур и Тунгуска. Индексы уязвимости районов принимают средние значения.

Октябрьский район имеет самое высокое значение индекса рисков наводнений. Оба составляющих индекса имеют достаточно высокие значения. Здесь большая часть населения проживает у берегов Амура и подвержена затоплениям. Социально-экономическая обстановка в данном районе худшая в ЕАО, и индекс уязвимости к наводнениям самый высокий.

В связи с разницей в имеющихся статистических показателях среди регионов России, использованный в данном исследовании метод оценки уязвимости не совпадает полностью с методом, использованным ранее для Краснодарского края [Земцов и др., 2012]. Поэтому полученные показатели индекса рисков наводнений для районов ЕАО нельзя сопоставить с результатами для Краснодарского края. Полученное ранжирование районов ЕАО по индексу рисков применимо только для сравнения внутри региона.

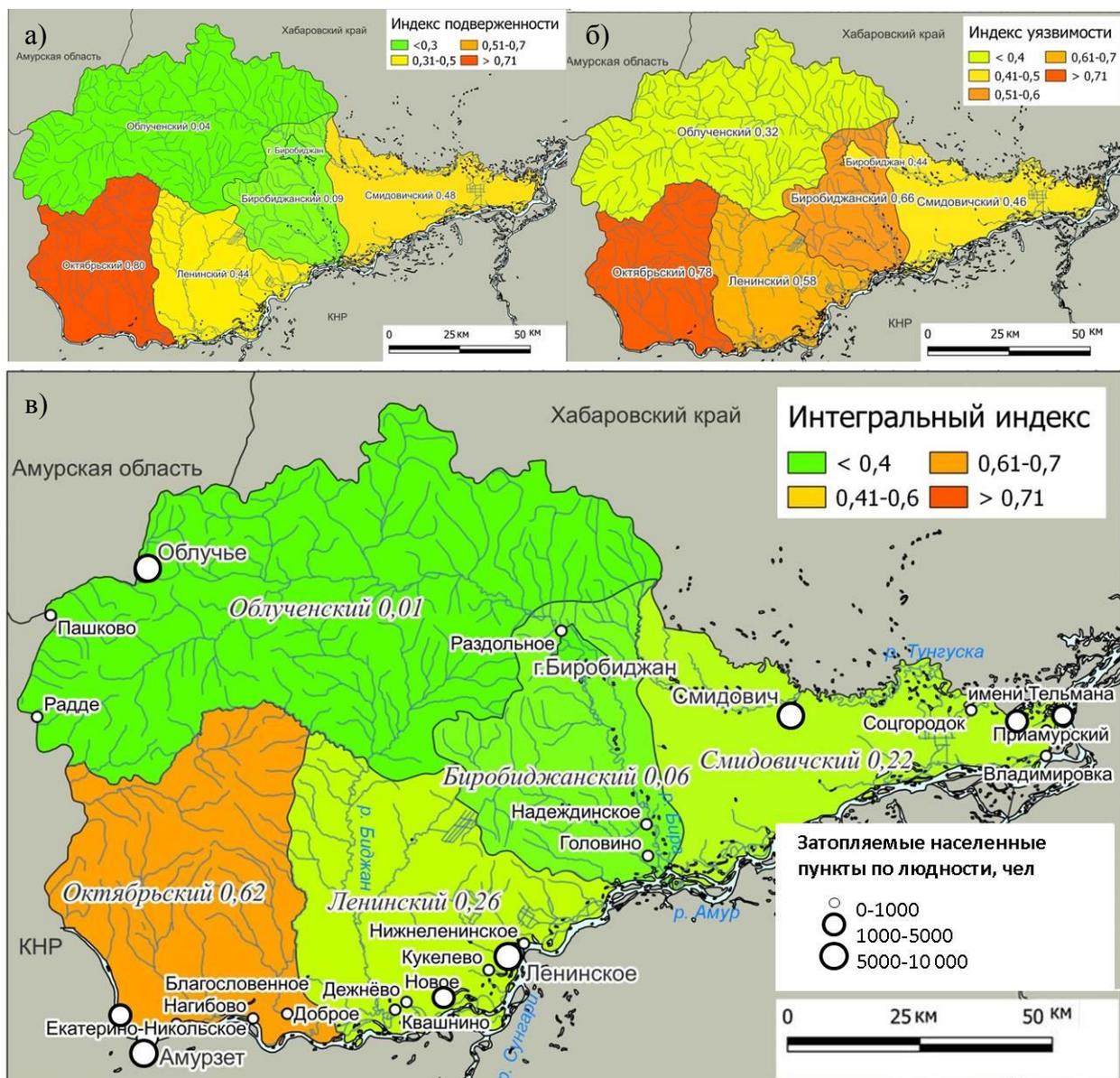


Рис. Картограммы индексов: а) подверженности, б) уязвимости, в) интегральный индекс районов ЕАО

Fig. Maps of the a) exposure, б) vulnerability and в) integral indices of the JAR regions

Полученные нами результаты могут быть использованы для сравнительной оценки возможных потерь в случае опасных гидрологических явлений в районах ЕАО, определения первоочередности помощи и распределения финансирования для ликвидации их последствий.

Заключение

Результатом исследования стал расчет индексов подверженности и интегрального индекса риска наводнений для районов Еврейской автономной области и города Биробиджана. На основе полученных результатов проведено районирование территорий по степени подверженности и уязвимости к наводнениям. Было также проведено ранжирование районов по степени рисков наводнений. Это может позволить оценить ситуацию в отдельных административно-территориальных единицах региона и на их основе принимать решения о первоочередности помощи при чрезвычайных ситуациях и распределении финансирования для ликвидации последствий. В результате расчетов было показано, что наименьшие риски наводнений в Биробиджане, Облученском и Биробиджанском районах. В Ленинском и Сидовичском районах значения индексов рисков также невысокие. Наивысшее значение индекс принимает для Октябрьского района.

Таким образом, так как большая часть населения проживает на благополучных территориях, где меньше подверженность к наводнениям, в целом ситуация в области неплохая. Социально-экономические условия в большинстве районов так же позволяют справляться с последствиями затоплений и адаптироваться к новым катастрофам. Эти данные, однако, служат для приблизительной оценки рисков наводнений и не могут быть использованы для определения точного ущерба от опасных гидрологических явлений.

Список источников

- Об установлении границ подтопленных (затопленных) территорий Еврейской автономной области в результате крупномасштабного наводнения в 2013 г.: Постановление Правительства Еврейской автономной области от 30 сентября 2013 г. № 511. Электронный ресурс. URL: <http://nra.eao.ru/law?print&nd=642226614> (дата обращения 24.01.2023).
- Уроки прошлого: неслыханное наводнение – 2013 в ЕАО заставило мобилизовать все силы. 2016. Электронный ресурс. URL: <https://eaomedia.ru/news/518520/> (дата обращения: 24.01.2023).
- Численность населения по населенным пунктам Еврейской автономной области итоги. Электронный ресурс. URL: https://habstat.gks.ru/storage/mediabank/LqZ4tWBu/Численность%20населения%20по%20населенным%20пунктам%20Еврейской%20автономной%20области_итоги.pdf (дата обращения 24.01.2023).
- World Risk Report. 2011. Bonn, Bündnis Entwicklung Hilft. Electronic resource. URL: <https://makanaka.wordpress.com/2011/10/01/world-risk-report-2011-which-world-and-whose-risk/> (дата обращения 24.01.2023).

Список литературы

- Аношкин А.В. 2014. Обзор гидрологического режима территории среднего течения реки Амур в период катастрофического наводнения 2013 года. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 16(1–4): 938–941.
- Аношкин А.В., Зубарев В.А., Потурай В.А. 2018. Глава 5. Внутренние воды. В кн.: География Еврейской автономной области: общий обзор. Под ред. Фрисмана Е.Я. Биробиджан, ИКАРП ДВО РАН: 51–80.
- Бортин Н.Н. 2017. Проблемы комплексного использования и управления водными ресурсами на территории Амурского бассейна. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 6: 16–33.
- Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. 2012. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 2: 29–46.
- Григорьева Е.А., Ревич Б.А. 2021. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в 2010–2020 гг. Часть 2. Наводнения, тайфуны, ледяной дождь, засухи. Проблемы анализа риска, 18(3): 10–31. DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-3-10-31
- Добровольский С.Г., Истомина М.Н., Пасечкина В.Ю. 2018. Изменения естественных параметров экстремальных гидрологических явлений в России и в мире и вызванных ими ущербов: наводнения и засухи. Вопросы Географии, 145: 183–193.



- Земцов С.П., Крыленко И.Н., Юмина Н.М. 2012. Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах азово-черноморского побережья Краснодарского края. В кн.: Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей. Сборник научных статей по итогам семинара, Москва, 16–19 июня 2012. Москва, Издательство ТРИУМФ: 86–96.
- Костин И.С., Покровская Т.В. 1953. Климатология. Л., Гидрометеиздат, 427 с.
- Ливенец А.С. 2022. Индекс уязвимости населения Еврейской автономной области к наводнениям. Региональные проблемы, 25(4): 31–40. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-31-40
- Махинов А.Н., Ким В.И. 2020. Влияние изменений климата на гидрологический режим реки Амур. Тихоокеанская география, 1(1): 30–39. DOI: 10.35735/7102875.2020.1.1.004
- Разумов В.В., Качанов С.А., Разумова Н.В., Чириков А.Г., Шагин С.И., Беккиев М.Ю., Глушко А.Я., Пчелкин В.И., Фролко С.В. 2018. Масштабы и опасность наводнений в регионах России. Москва, ВНИИ по проблемам ГО и ЧС МЧС России, 364 с.
- Bigi V., Comino E., Fontana M., Pezzoli A., Rosso M. 2021. Flood Vulnerability Analysis in Urban Context: A Socioeconomic Sub-Indicators Overview. Climate, 9(1): 12. DOI: 10.3390/cli9010012
- Chan S.W., Abid Sh.K., Sulaiman N., Nazir U., Azam K. 2022 A Systematic Review of the Flood Vulnerability Using Geographic Information System. Heliyon, 3(8): e09075. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09075
- Damm M. 2010. Mapping Social-Ecological Vulnerability to Flooding – A sub-national approach for Germany. Inaugural – Dissertation. München, 226 p.
- Fekete A. 2010. Assessment of Social Vulnerability to River Floods in Germany. Publication Series of UNU-EHS, 4: 119.
- Grigorieva E.A., Livenets A.S. 2022. Risks to the Health of Russian Population from Floods and Droughts in 2010–2020: A Scoping Review. Climate, 10(3): 37. DOI: 10.3390/cli10030037
- Kirby R.H., Reams M.A., Lam N.S.N., Zou L., Dekker G.G.J., Fundter D.Q.P. 2019. Assessing Social Vulnerability to Flood Hazards in the Dutch Province of Zeeland. International Journal of Disaster Risk Science, 10(2): 233–243. DOI: 10.1007/s13753-019-0222-0
- Liu W.-C., Hsieh T.-H., Liu H.-M. 2021. Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan. Sustainability, 13(6): 3180. DOI: 10.3390/su13063180
- Nasiri H., Mohd Yusof M.J., Mohammad Ali T.A. 2016. An Overview to Flood Vulnerability Assessment Methods. Sustainable Water Resources Management, 2(3): 331–336. DOI: 10.1007/s40899-016-0051-x
- Rehman S., Sahana M., Hong H., Sajjad H., Ahmed B.B. 2019. A Systematic Review on Approaches and Methods Used for Flood Vulnerability Assessment: Framework for Future Research. Natural Hazards, 96(2): 975–998. DOI: 10.1007/s11069-018-03567-z
- Zemtsov S., Baburin V., Koltermann K., Krylenko I., Yumina N., Litvinov V. 2014. Social Risk and Vulnerability Assessment of the Hazardous Hydrological Phenomena in the Krasnodar Region of Russia. Geography, Environment, Sustainability, 4(7): 95–117.

References

- Anoshkin A.V. 2014. The Review of Hydrological Mode of Middle Amur Flow Territory During the Period of Catastrophic Flood in 2013. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 16(1–4): 938–941 (in Russian).
- Anoshkin A.V., Zubarev V.A., Poturay V.A. 2018. Chapter 5. Inland Waters. In: A Geography of Jewish Autonomous Region: Overview. Ed. by Frisman E.Ya. Birobidzhan, Publ. ICARP FEB RAS: 51–80 (in Russian).
- Bortin N.N. 2017. Problems of Water Resources Integrated Use and Management of the Territory of the Amur River Basin. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management, 6: 16–33 (in Russian).
- Gladkevich G.I., Terskiy P.N., Frolova N.L. 2012. Assessment of Inundation Hazard on the Territory of the Russian Federation. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management, 2: 29–46 (in Russian).
- Grigorieva E.A., Revich B.A. 2021. Health Risks to the Russian Population from Weather Extremes in 2010–2020. Part 2. Floods, Typhoons, Ice Rain, Droughts. Issues of Risk Analysis, 18(3): 10–31 (in Russian). DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-3-10-31
- Dobrovolski S.G., Istomina M.N., Pasechkina V.Yu. 2018. Changes in Time of Natural Parameters and Damages of Extreme Hydrological Events in Russia and the World: Floods and Droughts. Voprosy Geografii, 145: 183–193 (in Russian).

- Zemtsov S.P., Krylenko I.N., Yumina N.M. 2012. Sotsialno-ekonomicheskaya otsenka riska navodneniy v pribrezhnykh zonakh azovo-chernomorskogo poberezhia Krasnodarskogo kraya [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 zone of the Black and Azov Seas]. Collection of scientific articles on the results of the seminar, Moscow, 16–19 June 2012. Moscow, Publ. Triumf: 86–96.
- Kostin I.S., Pokrovskaya T.V. 1953 Klimatologiya [Climatology]. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 427 p.
- Livenets A.S. 2022. Index of Vulnerability to Floods for the Jewish Autonomous Region Population. Regional'nye problem, 25(4): 31–40 (in Russian). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-31-40
- Makhinov A.N., Kim V.I. 2020. Effect of Climate Changes on the Hydrological Regime of the Amur River. Pacific Geography, 1(1): 30–39 (in Russian). DOI: 10.35735/7102875.2020.1.1.004
- Razumov V.V.1, Kachanov S.A.2, Razumova N.V.3, Chirikov A.G.2, Shagin S.I.4, Bekkiev M.Yu., Glushko A.Ya.5, Pchelkin V.I.2, Frolko S.V. 2018. The Extent and Risk of Floods in the Regions of Russia. Moscow, Publ. VNIi po problemam GO i ChS MChS Rossii, 363 p. (in Russian).
- Bigi V., Comino E., Fontana M., Pezzoli A., Rosso M. 2021. Flood Vulnerability Analysis in Urban Context: A Socioeconomic Sub-Indicators Overview. Climate, 9(1): 12. DOI: 10.3390/cli9010012
- Chan S.W., Abid Sh.K., Sulaiman N., Nazir U., Azam K. 2022 A Systematic Review of the Flood Vulnerability Using Geographic Information System. Heliyon, 3(8): e09075. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09075
- Damm M. 2010. Mapping Social-Ecological Vulnerability to Flooding – A sub-national approach for Germany. Inaugural – Dissertation. München, 226 p.
- Fekete A. 2010. Assessment of Social Vulnerability to River Floods in Germany. Publication Series of UNU-EHS, 4: 119.
- Grigorieva E.A., Livenets A.S. 2022. Risks to the Health of Russian Population from Floods and Droughts in 2010–2020: A Scoping Review. Climate, 10(3): 37. DOI: 10.3390/cli10030037
- Kirby R.H., Reams M.A., Lam N.S.N., Zou L., Dekker G.G.J., Fundter D.Q.P. 2019. Assessing Social Vulnerability to Flood Hazards in the Dutch Province of Zeeland. International Journal of Disaster Risk Science, 10(2): 233–243. DOI: 10.1007/s13753-019-0222-0
- Liu W.-C., Hsieh T.-H., Liu H.-M. 2021. Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan. Sustainability, 13(6): 3180. DOI: 10.3390/su13063180
- Nasiri H., Mohd Yusof M.J., Mohammad Ali T.A. 2016. An Overview to Flood Vulnerability Assessment Methods. Sustainable Water Resources Management, 2(3): 331–336. DOI: 10.1007/s40899-016-0051-x
- Rehman S., Sahana M., Hong H., Sajjad H., Ahmed B.B. 2019. A Systematic Review on Approaches and Methods Used for Flood Vulnerability Assessment: Framework for Future Research. Natural Hazards, 96(2): 975–998. DOI: 10.1007/s11069-018-03567-z
- Zemtsov S., Baburin V., Koltermann K., Krylenko I., Yumina N., Litvinov V. 2014. Social Risk and Vulnerability Assessment of the Hazardous Hydrological Phenomena in the Krasnodar Region of Russia. Geography, Environment, Sustainability, 4(7): 95–117.

*Поступила в редакцию 06.02.2023;
поступила после рецензирования 06.03.2023;
принята к публикации 13.04.2023*

*Received February 06, 2023;
Revised March 06, 2023;
Accepted April 13, 2023*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ливенец Александра Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории региональных социально-экономических систем, Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Alexandra S. Livenets, Junior Researcher of the Laboratory of Regional Social-Economical Research, Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia