

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ И УЩЕРБОВ ОТ ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЛАВЯНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ) Assessment Of The Socio-Economic Risks And Damages Of Hazardous Hydrological Phenomena (In Slavyansk Municipal District Of Krasnodar Region)

БАБУРИН В.Л.

Профессор кафедры экономической и социальной географии России
географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.н.,
vbaburin@yandex.ru

ГОРЯЧКО М.Д.

Доцент кафедры экономической и социальной географии России
географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.г.н.,
mgoryachko@yandex.ru

ЗЕМЦОВ С.П.

Старший научный сотрудник лаборатории исследований корпоративных стратегий
и поведения фирм Российской академии народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации, к.г.н., zemtsov@ranepa.ru

КИДЯЕВА В.М.

Младший научный сотрудник лаборатории автоматизированных систем ФГБУ
«ГОИН», к.г.н., veramkid@gmail.com

ФАДЕЕВ М.С.

Магистрант кафедры экономической и социальной географии России
географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, fadeev.m.s.0@gmail.com

БЕДРАТЫЙ С.В., ЖИДРОВ А.Е., ЛИТВИНОВ В.Ю., МАКЕЕВА В.А., МОСКВИТИНА Н.А., НОВОЖИЛОВА А.А., ПЕСТИЧ А.С., СЛЕЗНОВ Ф.В., СНЕЖКО А.А., ТИМОФЕЕВ И.М.

Студенты кафедры экономической и социальной географии России
географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

BABURIN V.L.

Doctor of geological science, professor of economical and social geography
department of geographical faculty of Lomonosov Moscow State University,
vbaburin@yandex.ru

GORYACHKO M.D.

Ph.D. in geological science, associate professor of economical and social geography
department of geographical faculty of Lomonosov Moscow State University,
mgoryachko@yandex.ru

ZEMTSOV S.P.

Ph.D. in geological science, senior researcher at the Research Laboratory of
corporate strategies and firm behavior of Russian Presidential Academy of National
Economy and Public Administration, zemtsov@ranepa.ru

KIDYAYEVA V.M.

Ph.D. in geological science, junior researcher at the Laboratory of automation
systems FGBU GOIN, veramkid@gmail.com

FADEEV M.S.

Postgraduate student of economical and social geography department of
geographical faculty of Lomonosov Moscow State University,
fadeev.m.s.0@gmail.com

BEDRATYY S., ZHIROV A., LITVINOV V., MAKEYEVA V., MOSKMITINA N., NOVOZHILOVA A., PESTICH A., SLEZNOV F., SNEZHKO A., TIMOFEEV I.

Students of economical and social geography department of geographical faculty of
Lomonosov Moscow State University

Ключевые слова: риск, наводнения, уязвимость, ущерб, устойчивое развитие.

Аннотация: в 2012 г. ущерб от наводнений в России составил около 20 млрд руб., наводнения привели к гибели почти 200 человек [32]. Оценка рисков является одной из наиболее актуальных научных тем, но большинство российских работ посвящено исследованию опасных природных явлений. Целью данной работы является оценка влияния опасных гидрологических явлений на общество. Полевые исследования проводились в Славянском муниципальном районе в Краснодарском крае, который является густонаселенной прибрежной территорией с высокой частотой опасных гидрологических явлений.

Для расчета потенциального экономического ущерба были использованы модифицированные методы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). В статье также был осуществлен стоимостный расчет социального риска [34; 40].

Исследование показало, что социальный риск может быть недооценен по сравнению с экономическим риском из-за низкой «ценности жизни» в России (отсутствие страхования жизни, пренебрежение основными правилами безопасности и т.д.) [10].

Key words: economic and social risks, floods, vulnerability, damage assessment.

Abstract: In 2012, the damage costs of flood in Russia amounted to about €300 m, and these floods have caused nearly 200 fatalities. Risk assessment is one of the most pressing scientific topics in Russia, but most of the works are devoted to natural hazards assessment. The purpose of this work is to estimate the influence of hazardous hydrological phenomena on society.

Methods of the Ministry of the Russian Federation for Affairs for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters were used for potential economic damage calculation. The social risk was expressed by financial indicators in terms of the cost of the value of statistical life lost. Social risk can be underestimated in comparison with economic risk because of a low "value of life" in Russia (no life insurance, neglecting of basic safety rules, etc.).

Введение

Опасные природные явления достаточно распространены на территории России [7; 20] и часто вызывают разрушение материальных объектов и гибель людей. Наиболее распространены опасные явления в горных и прибрежных районах страны, а также в долинных комплексах рек.

Опасные гидрологические явления (наводнения, нагонные явления, повышение уровня грунтовых вод и т.д.) являются одним из основных стихийных бедствий в России [8; 20; 37]. Им подвержено более 10 млн человек, или 7,2% населения [18; 38], а площадь затопления охватывает более 0,5 млн км², или 2,9% от территории России [22; 38].

Оценки МЧС и Института географии Российской академии наук (РАН), показали, что в 2012 г. потери от наводнений в России составили около 20 млрд руб., и привели к гибели около 190 человек. Жители Крымска в Краснодарском крае в августе 2012 г. испытали на себе особенно разрушительные последствия [32].

Большинство научных исследований в России посвящено изучению природных факторов возникновения наводнений, реже рассматривается оценка их воздействия на социально-экономическое развитие регионов [8; 12; 23; 24; 26; 37]. Подобные работы преимущественно направлены на оценку потенциального экономического ущерба [1; 6], в то время как в зарубежных странах в основном рассматривается уязвимость населения от наводнений [25; 27; 28; 30; 31].

В условиях глобальных изменений в геосфере Земли, происходящих в последние десятилетия, стала очевидной возрастающая неустойчивость состояний природы и общества и, как следствие, возрастающая повторяемость неблагоприятных и опасных природных и техногенных явлений. В свою очередь, это повышает риски для хозяйства и населения, что определяет актуальность выбранной темы исследования. В связи с этим объектом исследования стал Славянский район Краснодарского края (рис. 1). Выбор района обусловлен его расположением в дельте р. Кубани и постоянным или временным подтоплением большинства поселений. Результаты предыдущих исследований [12] показали, что району присвоен максимальный индекс риска среди всех прибрежных районов Краснодарского края.

Цель работы — оценка интегрального социально-экономического риска опасных гидрологических явлений и связанного с ними потенциального ущерба. Авторы использовали методику, основанную как на российских, так и зарубежных подходах. Были вы-

явлены два ключевых типа рисков: экономический и социальный, и производные от них ущербы для трех категорий опасных гидрологических явлений, которые могут наблюдаться в Славянском районе, — подтопления, среднего по интенсивности наводнения и катастрофического наводнения.

В ходе исследования было выделено несколько зон по степени подверженности рискам. Для каждой зоны были оценены вероятность возникновения опасного гидрологического явления и рассчитан ущерб, поскольку он зависит не только от интенсивности наводнения, но и от свойств объектов. Анализ экономических рисков позволил оценить вероятностные потери для затопляемых предприятий и жилого фонда. Анализ социальных рисков отразил возможные потери среди населения. Отдельные результаты исследования получены и визуализированы при помощи ГИС (в программной среде ArcGIS).

Методика исследований и данные

Социально-экономические риски можно разделить на несколько типов (экологические, социальные, экономические и т.д.) и соответствующие категории убытков (потери растительности, разрушение зданий и т.д.).

Авторами в целях исследования риск определяется как произведение вероятности затопления и потенциальных убытков от затопления [19; 35; 39]¹.

$$i = \sum R_i = \sum (p_i \times D_i) = \sum (p_i \times D_{iE}) + \sum (p_i \times D_{iS}) \quad (1)$$

где R представляет собой интегральный социально-экономический риск, или потенциальные годовые потери (млн руб.) в виде суммы двух типов рисков г: экономического и социального; p — вероятность наводнения (в долях от единицы) согласно категории опасности наводнения j ; D — максимальный потенциальный ущерб ($D^{Economic}$; D^{Social}) (млн руб.) объекта i (например, поселения) в соответствии с категорией ущерба k^2 .

На основе данных местного подразделения МЧС (карт затопления и подтопления) в дельте р. Кубань авторами были выделены три основные категории опасных гидрологических явлений по степени их опасности и распространенности (j) [11; 15]:

- широко распространенный процесс подтопления (в данном исследовании — связанный с повышением уровня грунтовых вод (вероятность для большинства населенных пунктов составляет 0,99)³;
- наводнения из-за прорыва дамб со средним уровнем опасности (0,01);

- катастрофические наводнения после прорыва крупных водохранилищ, таких как Краснодарское, и последующего разрушения земляных дамб, защищающих большинство населенных пунктов в районе (0,001).

Базовая модель для расчета интегрального ущерба (D):

$$D = \sum_{i,j,k} D_{ijk} = \sum_{i,j,k} (d_i \times V_{ij} \times S_{kj}) \quad (2)$$

где D — максимальный потенциальный ущерб (млн руб.) объекта i в соответствии с категорией ущерба k ; V — показатель уязвимости (в долях от стоимости объекта), зависящий от свойств объекта i , категории ущерба k и непосредственно связанной с ней зоны опасного гидрологического явления j (зоны подтопления, среднего наводнения и катастрофического наводнения); S — площадь территории объекта i (км²).

$$V_{ij} = f(Sus_{ij} - C_{ij}) \quad (3)$$

где f — функция, Sus — восприимчивость объекта к опасному гидрологическому явлению, C — способность объекта противостоять воздействию данного явления.

Для расчета экономического риска ($D^{Economic}$) были определены основные категории потенциальных потерь: сельское хозяйство, основные фонды промышленности, инфраструктура, недвижимость и инвестиции.

$$D^{Economic} = D_{Agriculture} + D_{Fixed_assets} + D_{Infrastructure} + D_{Real_estate} + D_{Exist_investment} + D_{Planned_investment} \quad (4)$$

где $D_{Agriculture}$ — сельскохозяйственные потери; D_{Fixed_assets} — потери основных средств; $D_{Infrastructure}$ — повреждение инфраструктуры; D_{Real_estate} — повреждение жилых помещений; $D_{Exist_investment}$ — недоинвестирование; $D_{Planned_investment}$ — потенциальная потеря прибыли планируемых инвестиционных проектов.

$$D_{Agriculture} = \sum_{i,j} (d_i^{(1)} \times V_{ij}^{(1)} \times S_{ij}) = \sum_{i,j} (I_i^{productivity} \times pr^{(1)} \times V_{ij}^{(1)} \times S_{ij}) \quad (5)$$

где $d_i^{(1)}$ — стоимость потерь сельскохозяйственного производства (млн руб.); $I^{productivity}$ — урожайность основных выращиваемых культур I (в нашем случае это пшеница, соевые бобы и рис) (тонна на км²); $pr^{(1)}$ — цена за тонну (руб.); $V^{(1)}$ — уязвимость культур i (в долях от урожая), определяемая в соответствии с опасностью наводнений j ; S — площадь объекта i , подверженная опасному явлению (км²).

Доля средних потерь урожая во время наводнений от годового урожая была использована в качестве коэффициента уязвимости для сельского хозяйства. В зависимости от

¹ Используемое авторами определение согласуется с ГОСТ Р 51897-2011, согласно которому риск — это «следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей». В нашем случае поставленной целью является сохранение инфраструктуры, основных фондов, а также здоровья людей, а в качестве неопределенности выступает вероятность опасных гидрологических явлений.

² Авторами в данном исследовании для целей сопоставления экономический и социальный риск оцениваются в денежном эквиваленте. Социальный риск, преимущественно оцениваемый по числу пострадавших и погибших, может быть выражен в денежном эквиваленте через потери для экономики.

³ Социальный риск для процессов подтопления не оценивается в связи с тем, что воздействие процессов подтопления характеризуется существенной длительностью, и люди имеют возможность покинуть зону, подверженную воздействию подтопления.

категории опасного гидрологического явления различна уязвимость культур. Коэффициент уязвимости риса при повышении уровня грунтовых вод близок к нулю в связи с его гидрофильностью (небольшой процент посевов может быть испорчен при очень длительном стоянии грунтовых вод). Были введены следующие коэффициенты уязвимости: 0,7 для озимой пшеницы во время среднего по интенсивности наводнения (данные Валуйской пилотной мелиоративной станции [9]), 0,9 для соевых бобов (данные Астраханской пилотной мелиоративной станции [9]) и 0,05 для риса (данные Российского научного института риса [9]). Весь урожай будет потерян в случае катастрофического наводнения:

$$D_{Fixed_assets} = \sum_{i,j} (d^{(2)}_{ij} \times V^{(2)}_{ij} \times coeff^{(2)}) \quad (6)$$

где $d^{(2)}_{ij}$ — стоимость основных фондов объектов i в промышленности и сфере услуг (млн руб.); $V^{(2)}_{ij}$ — коэффициент уязвимости как уровень потерь объекта i в стоимости в зависимости от категории затопления j ($V^{(2)}_1 = 0,1$ (замена оборудования из-за подъема уровня грунтовых вод), $V^{(2)}_2 = 0,3$ (замена оборудования и ремонт здания), $V^{(2)}_3 = 0,6$ (реконструкция)); $coeff^{(2)}$ — скорректированный коэффициент амортизации для муниципального района (равен 0,23) [4].

Оценка уязвимости проведена с использованием коэффициентов из рекомендаций МЧС (например, устойчивость зданий и инфраструктуры (табл. 1)) [14; 15; 16; 17].

Ущерб для инфраструктуры рассчитывался с помощью схожего уравнения:

$$D_{Infrastructure} = \sum_{i,j} (d^{(3)}_{ij} \times V^{(3)}_{ij} \times S_{ij}) \quad (7)$$

где $d^{(3)}_{ij}$ — стоимость километра инфраструктурного объекта i (например, автомобильной дороги) (млн руб.); $V^{(3)}_{ij}$ — уязвимость, определяемая как степень потерь объекта i в стоимости в зависимости от категории опасного явления j (0,1, 0,3, 0,6 соответственно), S_{ij} является суммой длин инфраструктурных единиц (км).

$$D_{Real_estate} = \sum_{i,j,c} (d^{(4)}_{ijc} \times V^{(4)}_{ijc} \times S_{ijc}) \quad (8)$$

где $d^{(4)}_{ijc}$ — рыночная цена объекта i (млн руб.); $V^{(4)}_{ijc}$ — уязвимость (в долях от стоимости) объектов i для событий j , в соответствии с тремя типами сооружений c : деревянные дома, одноэтажные кирпичные и каменные дома и двух- и более этажные кирпичные дома; S — площадь, подверженная подтоплению или затоплению (км²). Коэффициенты уязвимости для каждого объекта можно определить по табл. 1; используемая методика является официальной для расчета ущерба в России [15]. Для исследования были составлены карты цен

на жилую недвижимость в Славянске-на-Кубани, основанные на данных из свободных СМИ и местных агентств недвижимости, а также карта типов жилой застройки по высоте и материалу, составленная на основе визуальных наблюдений:

$$D_{Fixed_investment} = \sum_{t=2012}^{2017} \left(\frac{MD^{Investment}_t}{MD^{Fixed_assets}_t} - \frac{RF^{Investment}_t}{RF^{Fixed_assets}_t} \right) \times MD^{Fixed_assets}_t \quad (9)$$

где t — год; $MD^{Investment}_t$ — объем инвестиций в основной капитал в Славянском муниципальном районе (млн руб.); $MD^{Fixed_assets}_t$ — стоимость основных средств в Славянском муниципальном районе (млн руб.); $RF^{Investment}_t$ — объем инвестиций в основной капитал в РФ (млн руб.); $RF^{Fixed_assets}_t$ — стоимость основных средств в Российской Федерации (млн руб.). Было сделано предположение, что все недофинансирование района связано с его финансовой непривлекательностью из-за стихийных бедствий.

$$D_{Planned_investment} = \sum_{i,j} d^{(5)}_{ij} \times \sum_{t=2012}^T \frac{CIF_{ij}}{COF_{ij} \times (1 + V^{(5)}_{ij})} \quad (10)$$

где $d^{(5)}_{ij}$ — общий объем инвестиций проекта i (млн руб.); t — год, T — количество лет реализации инвестиционного проекта i ; CIF и COF — входящий и выходящий денежный потоки (млн руб.); $V^{(5)}_{ij}$ — оценка уязвимости в соответствии с различными категориями наводнений. Было сделано предположение, что повышение уровня грунтовых вод может привести к увеличению выходящего денежного потока на 10%, среднее наводнение — на 50% и катастрофическое наводнение может удвоить общий годовой поток. Была собрана база данных о планируемых или ожидаемых инвестиционных проектах и их общих финансовых характеристиках.

Индекс социальной уязвимости (V) был рассчитан на основе анализа наиболее важных вопросов из анкет социологического опроса. Социологический опрос был проведен в пяти пунктах Славянского района и состоял из 26 вопросов. Опрос был репрезентативен по возрасту и полу, всего в нем участвовали 485 респондентов. При обработке данных выделялись вопросы, с помощью которых можно оценить уязвимость людей. Таких вопросов оказалось 24.

Дальнейшая обработка результатов социологического опроса проходила в пакете SPSS. Первоначально между ответами производился корреляционный анализ, в результате которого показатели с коэффициентом корреляции более 0,9 или менее 0,1 были отсеяны. Из корреляционной матрицы производится отбор вопросов, коррелирующих с наибольшим количеством других показателей. В итоге было отобрано 11 вопросов из общего списка. Следующая стадия обработки — это частотный анализ полученных вопросов, необходимый для определения репрезентативности вопросов, а точ-

нее, равномерного распределения в вариантах ответов. По этим параметрам были отсеяны еще несколько вопросов. Вопросы, которые, несмотря на преобладание одного варианта ответа, являлись основополагающими, не были отсеяны (например, вопрос: переживали ли вы наводнение). Из оставшихся вопросов также были отсеяны спорные, имеющие отрицательные корреляции по некоторым показателям (такие вопросы как: пол респондента; количество людей в семье, эвакуация которых затруднительна). После стадии частотного анализа в итоге было отобрано 6 ключевых вопросов.

Конечный этап обработки выборки ответов заключался в проведении факторного анализа [30]. На основе 6 отобранных вопросов было выявлено две группы факторов, что позволило выбрать в итоге всего 4 вопроса с наибольшей факторной нагрузкой для расчета индекса социальной уязвимости групп населения (табл. 2).

На основе выбранных вопросов (табл. 3) было определено три группы людей с разной уязвимостью: наиболее уязвимые (41,5% от общей численности населения в Славянском районе), менее уязвимые (16%) и слабо уязвимые (42,5%). Первый индикатор использовался в качестве индекса социальной уязвимости (V^5) для среднего по интенсивности наводнения; сумма первого и второго показателей (57,5%) является индексом социальной уязвимости для катастрофического наводнения (V^5_2).

$$D^{Social}_L = \left(\rho_i \times S_{ij} \times V^{(6)}_{ij} \times V^{Victims}_{ij} \times coeff^{Victims}_L \right) + \left(\rho_i \times S_{ij} \times V^{(6)}_{ij} \times V^{Death}_{ij} \times coeff^{Death}_L \right) \quad (11)$$

где L представляет собой подход оценки (L_1 предлагается авторами; L_2 используется российским правительством в настоящее время); ρ — плотность населения поселения i (человек на км²); S — подверженная наводнению площадь поселения (км²); $V^{(6)}$ — индекс социальной уязвимости (в долях от общего количества подверженных затоплению); $V^{Victims}$ — доля потенциальных пострадавших, которые могут столкнуться с проблемами со здоровьем после наводнения (0,02 для среднего наводнения; 0,05 для катастрофического наводнения [15]); $coeff^{Victims}$ — показатель средних потерь здоровья на одного человека: L_1 — доля среднего медицинского страхования в США (200 тыс. руб. на душу населения [10]) и L_2 — средняя страховая сумма выплат при наступлении несчастного случая, связанного с потерей трудоспособности в России (48 тыс. руб. на душу населения); V^{Death} — смертность, или доля людей, которые могут погибнуть во время наводнения (0,05 для среднего наводнения; 0,1 для катастрофического наводнения (данные МЧС на 2007 г.)); $coeff^{Death}$ — финансовая оценка статистической стоимости потери жизни⁴; L_1^5 представляет собой среднее значение страхо-

⁴ Оценка стоимости жизни является спорным вопросом в литературе [34; 40]; мы применяем ее в работе, потому что это один из самых разумных подходов для сравнения экономических и социальных рисков в эквивалентной форме. Ценность жизни может быть выражена в высоких страховых выплатах в случае смерти или инвалидности [10]. Этот показатель является одним из лучших для оценки социальных потерь, поскольку является собственной оценкой застрахованного человека (размер страховой суммы при заключении контракта). Если страхование жизни от несчастных случаев распространено в обществе, то правительство и бизнес более внимательно относятся к вопросам безопасности.

⁵ Предложенный авторами вариант расчета (L_1) можно назвать «реальными совокупными социальными потерями для сообщества». В стоимостном выражении эта оценка учитывает все прямые (например, утерянная будущая прибыль, налоги и т.д.) и косвенные убытки общества (например, нереализованные в продуктах и услугах расходы на образование и расходы на здравоохранение, будущие возможные демографические потери и т.д.).

Таблица 1

Коэффициент уязвимости зданий и инфраструктуры разных типов		
Тип здания (объекта)	Степень разрушения в соответствии с категорией наводнения, j	
	Сильное наводнение	Среднее наводнение
Деревянные дома (одно-, двухэтажные)	0,6	0,2
Кирпичные малоэтажные здания	0,4	0,05
Кирпичные дома (два и более этажей)	0,5	0,1
Асфальтированная автомобильная дорога	0,7	0,1
Грунтовая автомобильная дорога	1,0	0,5
Источник: Методика определения размера вреда 2007 г.		

Таблица 2

Комбинация ответов для определения уровня уязвимости			
Вопрос	Наиболее уязвимые	Уязвимые	Слабо уязвимые
Способны ли сами обеспечить сохранность своей жизни?	Нет	Частично / затрудняюсь ответить	Да
Ваш возраст	0–16, > 66	56–65	> 16, < 56
Знаете ли Вы пути эвакуации?	Нет	Затрудняюсь ответить	Да
Переживали вы наводнение?	Нет	Однажды	Много раз

вания жизни в США с поправкой на разницу валового внутреннего продукта между США и Россией (60 млн руб. [10]; существуют и более высокие оценки [13]) и L_2 — потеря кормильца семьи (примерно 2 млн руб. [15]).

Необходимо также учесть, что возможно несколько модельных сценариев для расчета риска и уязвимости сообществ, так как риск имеет временную (например, люди ночью более уязвимы) и сезонную (туристы менее подготовлены) динамику.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 показана картосхема зон затопления в соответствии с категорией опасного гидрологического явления и распространенность сельскохозяйственных культур. Синим цветом показана зона затопления при потенциальном катастрофическом наводнении после прорыва Краснодарского водохранилища и разрушения грунтовых дамб. Перекрестной штриховкой показаны зоны затопления при среднем по интенсивности наводнении. Штриховкой закрашены зоны повышения уровня грунтовых вод.

Экономические риски

Максимальный потенциальный ущерб сельскохозяйственным объектам может составить около 44 млн руб. для наводнений средней интенсивности и более 1290 млн

руб. для катастрофических наводнений (табл. 4).

Ущерб основным средствам может составить примерно 800 млн руб. для среднего наводнения и 3028 млн руб. для катастрофического.

Ущерб инфраструктуре после катастрофического наводнения может составить до 560 млн руб.; 240 млн руб. в год составляет ущерб от подъема уровня грунтовых вод. Большинство инфраструктурных объектов (дорожная сеть, сетевые мощности и т.д.) находятся в федеральной собственности, и их реконструкция финансируется федеральным правительством. Тем не менее это влияет на социальную и экономическую уязвимость местных сообществ, особенно в населенных пунктах Ачуево и Забойский, которые далеки от муниципального центра Славянск-на-Кубани, где находится местное подразделение МЧС.

Расчет ущерба для недвижимости был проведен с использованием карт цен на жилую недвижимость (рис. 3) и карт сооружений различной уязвимости (деревянная одноэтажная застройка, кирпичные многоэтажные здания и т.д. (основные типы сооружений представлены в табл. 1)), составленными авторами по результатам сбора полевой информации. Повреждения после катастрофического наводнения могут составить 6000 млн руб. Для оценки влияния подтопления на здания была проанализи-

зирована карта дренажной и канализационной системы Славянска-на-Кубани. Было выявлено, что всего несколько кварталов кирпичных зданий в центре города хорошо защищены, а большая часть города либо не имеет дренажной системы, либо дренаж идет в земляные каналы. Существующая система дренажа не обеспечивает пропуск ливневых вод из-за низких перепадов высот в пределах города (менее 1 м) и неудовлетворительной работы дренажных насосов. Кроме того, в связи с дефицитом местного бюджета своевременно не осуществляется расчистка каналов дренажной системы.

Ежегодные инвестиционные потери существующих предприятий (недоинвестирование) составляют 1520 млн руб. согласно данным в среднем за 2002–2012 гг. Общие потери заявленных инвестиционных проектов могут превысить 1680 млн руб. для проектов, находящихся в зоне катастрофического наводнения, и 32 млн руб. для проектов в области среднего наводнения.

Всего ежегодные потери от повышения уровня грунтовых вод составляют примерно 320 млн руб.⁶ С учетом ежегодных потерь инвестиций получается 1840 млн руб., что можно считать совокупным ежегодным ущербом от неблагоприятного физико-географического положения. Данная сумма больше, чем доходы годового бюджета муниципального образования (около 1600 млн руб.). Суммарные потенциальные экономические убытки при

⁶ Следствием повышения уровня грунтовых вод являются разрушение фундаментов домов в период отрицательных температур, коррозия конструкций и т.д. Ущерб от сопутствующих процессов сложно отделить от ущерба, непосредственно вызванного повышением уровня грунтовых вод.

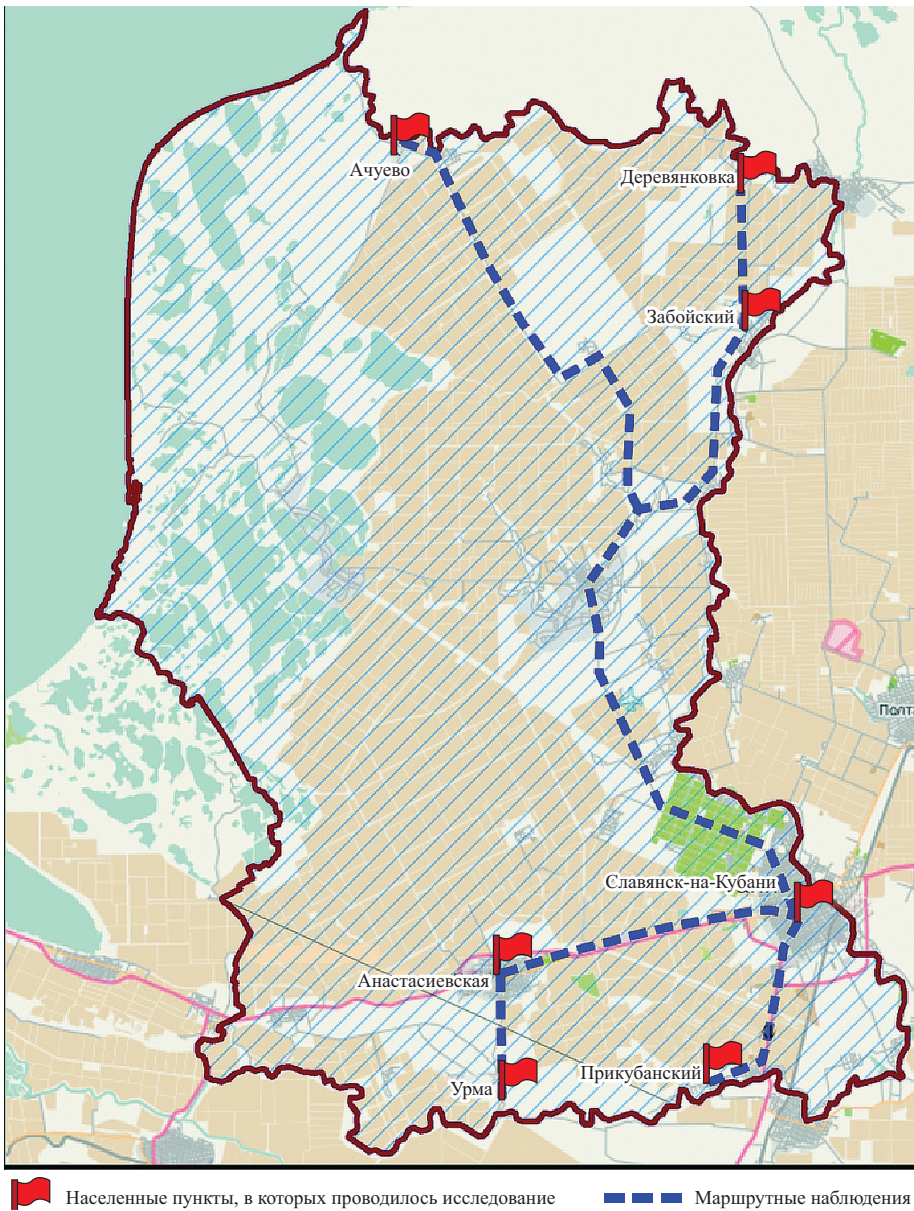


Рис. 1. Картохема границ объекта исследования — Славянского района Краснодарского края и маршрут исследований



Рис. 2. Картохема категорий потенциальных опасных гидрологических явлений и основных сельскохозяйственных культур

составить 25,3 млн руб. и 12,6 млн руб. для средних и катастрофических наводнений соответственно.

Социальные риски

Уязвимость местных сообществ (поселений) была рассчитана на основе опроса общественного мнения. Некоторые ответы на вопросы о готовности и реакции на наводнения (дополнительные к использованным при построении индекса социальной уязвимости), показаны на рис. 4. Каждый ответ является фактически показателем уязвимости. Выявлено, что большинство граждан плохо осведомлено и не готово к наводнениям. На рисунке сравниваются результаты расчета двух индексов. Интегральный индекс представляет собой среднее арифметическое индексов для различных поселений по доле людей в них, давших положительный ответ на указанные на рисунке вопросы (каждый индекс рассчитан по формуле линейного масштабирования («мин — макс») [30]). Индекс социальной уязвимости рассчитан как доля наиболее уязвимых слоев населения (табл. 2 и 3)⁷. Сравнение двух индексов (для дополнительной верификации индекса социальной уязвимости) на уровне поселений показывает, что нет необходимости использовать все

Таблица 3

Расчет индекса социальной уязвимости для Славянского района				
	Количество людей	Процент	Действительный процент	Кумулятивный процент
Наиболее уязвимые	192	40,5	41,5	41,5
Уязвимые	74	15,6	16,0	57,5
Слабо уязвимые	197	41,6	42,5	100,0
Всего	463	97,7	100,0	
Пропущено	11	2,3		
Всего	474	100,0		

среднем наводнении составят около 2530 млн руб., а потери от катастрофических событий могут достигать 12 600 млн руб. Для сравнения, ущерб от трагедии в Крымске по разным

подсчетам составил от 15 до 20 млрд руб. [32]. С учетом вероятности возникновения опасных гидрологических процессов ежегодная потенциальная величина ущерба может

⁷ Оценка социального индекса уязвимости при катастрофическом наводнении (0,58) для муниципального района на основе опроса общественного мнения соответствует результатам расчета муниципального индекса риска (0,59) в предыдущей работе авторов [12].

Таблица 4

Экономические риски и соответствующие категории ущерба						
Среднее наводнение						
Категория ущерба	Сельское хозяйство	Основные фонды	Инфраструктура	Жилая недвижимость	Инвестиции	Всего
Потенциальный ущерб (млн руб.)	44	800	488	1164	32	2528
Среднегодовой ущерб (p = 0,01) (млн руб.)	0,44	8	4,88	11,64	0,32	25,3
Катастрофическое наводнение						
Категория ущерба	Сельское хозяйство	Основные фонды	Инфраструктура	Жилая недвижимость	Инвестиции	Всего
Потенциальный ущерб (млн руб.)	1292	3028	556	6004	1684	12564
Среднегодовой ущерб (p = 0,001) (млн руб.)	1,29	3,03	0,56	6	1,68	12,6

Таблица 5

Расчет потенциального числа пострадавших и погибших					
Среднее наводнение					
Поселения	Подверженные наводнению	Индекс уязвимости	Уязвимые	Пострадавшие	Погибшие
Ачуево	403	0,14	57	2	0
Забойский	2306	0,23	530	11	5
Прикубанский	297	0,43	128	3	0
Славянск-на-Кубани	0	0,49	0	0	0
Всего	16481	0,42	6922	138	7
Сильное наводнение					
Поселения	Подверженные наводнению	Индекс уязвимости	Уязвимые	Пострадавшие	Погибшие
Ачуево	403	0,21	85	4	0
Забойский	2306	0,38	876	44	4
Прикубанский	297	0,51	151	8	0
Славянск-на-Кубани	38305	0,6	22983	1149	115
Всего	60575	0,58	35134	1757	176

вопросы для определения уязвимости (коэффициент корреляции Пирсона между двумя индексами 0,9). Самые репрезентативные вопросы были выявлены путем анализа главных компонент по описанной в методическом разделе процедуре.

Финансовая оценка потенциального социального ущерба (табл. 5) приведена в табл. 6 и 7. Общий социальный ущерб по методике авторов (совокупный реальный ущерб для общества) составляет около 448 млн руб. для среднего наводнения и 10 911 млн руб. для катастрофического (по государственным оценкам 20,6 млн руб. и 436,3 млн руб. соответственно). Для сравнения, экономический ущерб составляет около 2530 млн руб. и 12600 млн руб. соответственно. Таким образом, пре-

валирующее в России мнение, что основной ущерб от стихийных бедствий связан с разрушением зданий и потерями инфраструктуры, верно только для подтопления и среднего по интенсивности наводнения. Потенциальные социальные потери в результате катастрофических наводнений могут достигать величин экономического ущерба. При этом число уязвимых людей в летнее время может быть в два раза больше, чем это было оценено в ходе зимних полевых работ, из-за высокой туристической привлекательности данного региона (морское побережье и рыболовные водоемы), а соответственно и потенциальный социальный риск может быть оценен еще выше.

Социальные риски могут быть недооценены по сравнению с экономическими в

связи с низкой стоимостью человеческой жизни при ее восприятии как гражданами, так и государственными органами (отсутствие страхования жизни и медицинской страховки, пренебрежение основными правилами техники безопасности и т.д.) [10].

Заключение

Географическое положение Славянского района в дельте Кубани обуславливает повышенную подверженность его территории опасным гидрологическим явлениям.

Система противопаводковой защиты, как показали полевые исследования, сильно изношена и работает неудовлетворительно вследствие неоднократных нарушений пра-

Таблица 6

Финансовая оценка потерь от ущерба здоровью и гибели людей								
Поселения	Среднее наводнение				Сильное наводнение			
	Реальные потери общества (млн руб.)		Оценка государства (млн руб.)		Реальные потери общества (млн руб.)		Оценка государства (млн руб.)	
	Пострадавшие	Погибшие	Пострадавшие	Погибшие	Пострадавшие	Погибшие	Пострадавшие	Погибшие
Ачуево	0,4	0	0,096	0	0,8	0	0,192	0
Забойский	2,2	300	0,528	10	8,8	0,24	2,112	8
Прикубанский	0,6	0	0,144	0	1,6	0	0,384	0
Славянск-на-Кубани	0	0	0	0	229,8	6900	55,152	230
Всего	27,6	420	6,624	14	351,4	10560	84,336	352

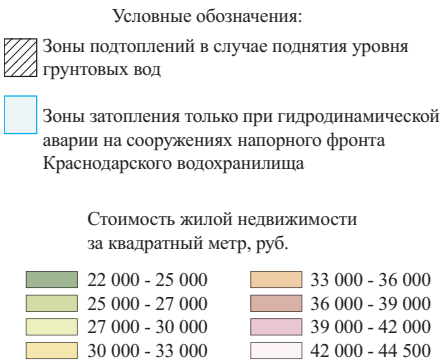
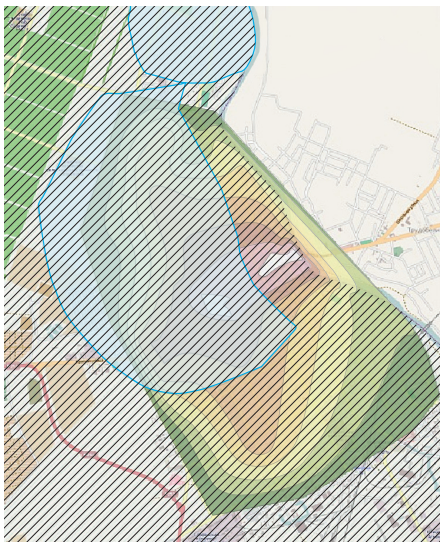


Рис. 3. Картосхема стоимости жилой недвижимости в городе Славянск-на-Кубани

вил техники безопасности и нехватки обслуживающего персонала. Общий уровень износа грунтовых дамб в Славянском районе составляет 35–40%. Угрозе затоплений разной интенсивности вследствие прорыва дамб наиболее подвержены пос. Голубая Нива, пос. Слободка, хут. Александровка, находящиеся на берегу р. Протоки. Система ливневой канализации не охватывает около 70% площади г. Славянска-на-Кубани, вследствие чего происходит регулярное подтопление улиц, приусадебных участков и подвальных помещений даже после выпадения непродолжительных осадков.

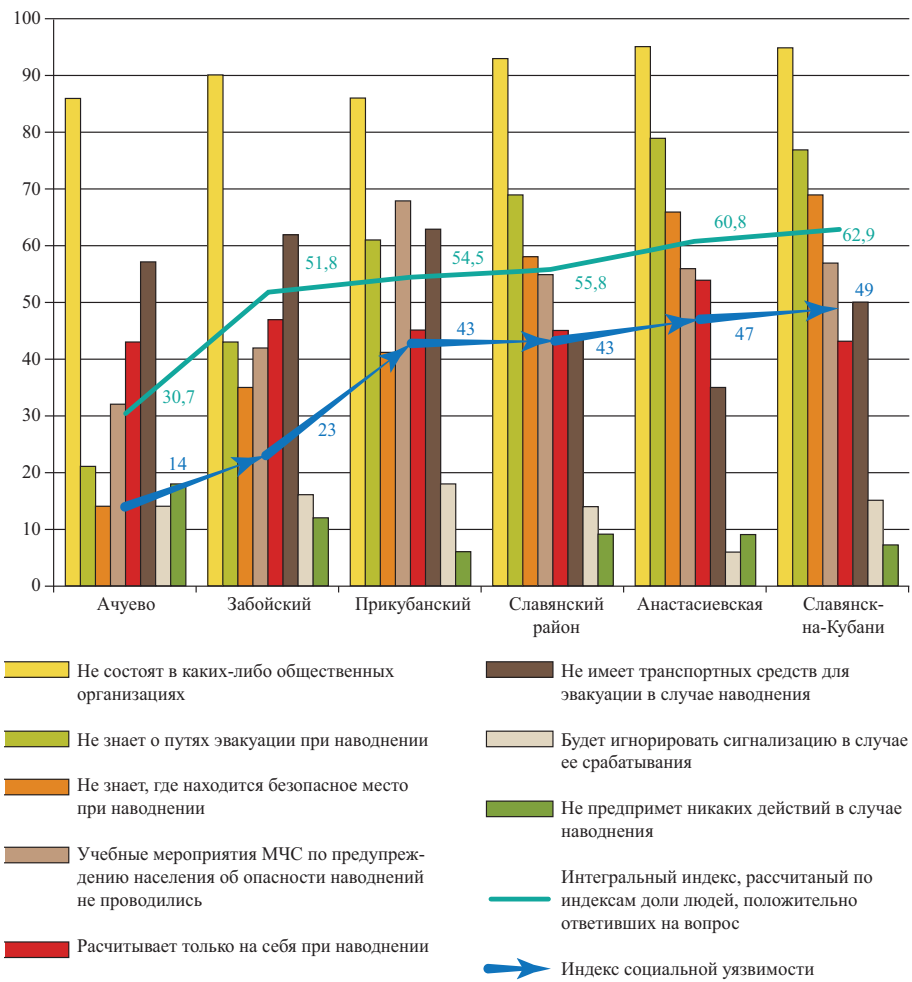


Рис. 4. Ответы респондентов на вопросы — индикаторы уязвимости

Расчеты показали, что основной экономический риск для муниципалитета представляет подъем уровня грунтовых вод из-за его повсеместного распространения (почти вся территория), высокой частоты (почти каждый год), постоянного косвенного воздействия и отсутствия надежной системы дренажа в большинстве населенных пунктов. Сельское хозяйство — основная отрасль специализации Славянского района, а рисоводство — основная подотрасль. При этом вероятность негативных последствий подтоплений и наводнений для рисовых чеков относительно невелика, поэтому выра-

щивание риса является также и наиболее безопасной подотраслью сельского хозяйства, поэтому его развитие следует поддерживать. Оценка инвестиционных рисков и потерь для Славянского района показала, что потоки прямых инвестиций в экономику не смогут достичь запланированных объемов ввиду опасности наводнений и ежегодного ощутимого финансового ущерба для частных инвесторов. Очевидно, что для сокращения ущерба и увеличения общей рентабельности как экономики района в целом, так и планируемых объектов в частности,

Таблица 7

Расчет общего социального ущерба и социального риска по двум методам								
Среднее наводнение (p = 0,01)					Сильное наводнение (p = 0,001)			
Реальные потери общества			Оценка государства		Реальные потери общества		Оценка государства	
Поселения	Общий ущерб (млн руб.)	Ежегодные потери (тыс. руб.)	Общий ущерб (млн руб.)	Ежегодные потери (тыс. руб.)	Общий ущерб (млн руб.)	Ежегодные потери (тыс. руб.)	Общий ущерб (млн руб.)	Ежегодные потери (тыс. руб.)
Ачуево	0,4	4	0,096	0,96	0,8	0,8	0,192	0,2
Забойский	0,3022	302,2	10,528	105,28	248,8	248,8	10,11	10
Прикубанский	0,6	6	0,144	1,44	1,6	1,6	0,38	0,4
Славянск-на-Кубани	0	0	0	0	7129,8	7130	285,2	285,2
Всего	447,6	4476	20,624	206240	10911	10911	436,4	436,4

необходимо провести ряд мер по улучшению защитной инфраструктуры.

Проведенное социологическое исследование позволило определить общую низкую готовность населения к последствиям разрушительных гидрологических явлений. В результате около 5,3% населения (около 6920 граждан) являются уязвимыми для среднего по интенсивности наводнения, 27% (около 35 130) уязвимы для катастрофического наводнения.

Потенциальный совокупный ущерб в ряде населенных пунктов (например, Ачуево и Деревяновка) существенно выше расходов на меры по их защите, что ставит вопрос о необходимости переселения жителей. В селе Ачуево вся территория подвержена регулярным затоплениям в период половодья, высокая опасность характерна для поселений Урма и Забойский.

Повышенный риск в Славянском районе объясняется комбинацией опасных гидрологических явлений, высокой плотности населения и социально-экономического потенциала. В Славянском муниципальном районе (как и в других регионах России [36]), увеличение числа и масштабов опасных природных явлений (возможно, вызванное изменением климата) совпало с увеличением риска повторения техногенных катастроф вследствие ошибок в территориальном планировании, организации предупреждения и системы пред-

отвращения и недофинансировании систем защиты.

В России существуют утвержденные стандарты, нормы и правила МЧС для расчета различных типов рисков и ущербов. Этот подход можно назвать технократическим, или экономическим. Разработанные стандарты часто принимаются для всей страны и не учитывают региональную специфику, не учитывают нематериальные факторы, такие как социальный капитал и когнитивные особенности различных сообществ. Считается, что угроза стихийных бедствий может быть полностью устранена путем создания необходимых защитных систем, изменения окружающей среды и развития ресурсов МЧС. В зарубежных исследованиях отмечается роль социального капитала в профилактике стихийных бедствий и преодоления их последствий, что важно для устойчивости сообществ. Этот подход можно назвать социально ориентированным. Результаты нашей работы также показали важность учета социальных факторов, а также необходимость повышения информированности населения для предотвращения ущербов.

Проведенные исследования показали обоюдную важность социального и экономического компонентов оценки риска. Использование только одного из предложенных методов не приносит желаемых результатов из-за недостатков статистики. Пре-

обладание оценок экономического риска сохраняется в российской академической и административной традиции отчасти в связи с ориентацией статистики на учет материальных ценностей. Нематериальную часть национального богатства (люди, знания, социальные сети и т.д.) оценить сложнее.

Одним из наиболее важных результатов работы стала оценка экономического и социального рисков в эквивалентной форме, что может быть осуществлено только с использованием детальных данных на уровне поселений. В российской системе борьбы с опасными природными явлениями чаще принято ликвидировать последствия и разрабатывать систему защиты зданий и инфраструктуры, а образовательные и разъяснительные работы с населением либо считаются неэффективными, либо не проводятся ввиду отсутствия кадров, необходимых материалов и т.д. Местные жители слабо информированы о путях эвакуации, безопасных местах, местах хранения резервов питьевой воды и продовольствия. По нашим расчетам во время экстремальных событий социальный риск сопоставим с экономическим и даже может его превышать. Низкая ценность жизни приводит также к низкой ответственности местных властей (большинство компенсаций являются федеральными), что, в свою очередь, усиливает негативное влияние на уязвимость и восстановительную способность сообществ в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Полюшкин А.А. Наводнения: проблемы определения ущербов и защиты // Водные ресурсы. 1991. № 4. С. 114–125.

2. Алексеевский Н.И., Крыленко И.Н., Беликов В.В., Кочетков В.В., Норин С.В. Численное гидродинамическое моделирование наводнения в г. Крымске 6–7 июля 2012 г. // Гидротехническое строительство. 2014. № 3. С. 29–35.

3. Бабурин В.Л. Социально-экономические последствия подъема уровня Каспийского моря // Известия РГО. 1998. Т.130. Вып. 2. С. 12–18.

4. Бабурин В.Л., Горячко М.Д. География инвестиционного комплекса. М.: МГУ, 2009.

5. База данных показателей муниципальных образований Росстата. 2012. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm>.

6. Борщ С.В., Мухин В.М. Метод прогноза возможного ущерба от наводнений (на примере Московской области) // Метеорология и гидрология 9. 5–8 (2000): 97.

7. Гидрометеорологические опасности / под ред. Г.С. Голицына, А.А. Васильева. М.: Гидрометеониздат, 2001.
8. Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. Комплексная многофакторная оценка опасности наводнений в России // Ресурсы и качество вод суши: оценка, прогноз и управление: сборник трудов первой открытой конференции НОЦ. М., 2011. С. 21–36.
9. Гольдберг М.А., Волобуева Г.В., Фалей А.А. Опасные явления погоды и урожай. 1988.
10. Гуриев С.М. Мифы экономики: Заблуждения и стереотипы, которые распространяют СМИ и политики. Манн, Иванов и Фербер, 2011.
11. Доброумов Б.М., Тумановская С.М. Наводнения на реках России: их формирование и районирование // Метеорология и гидрология. 2002. № 12. С. 70–78.
12. 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 / под ред. проф. К.П. Колтерманна, С.А. Добролюбова, Н.И. Алексеевского. М.: Изд-во Триумф, 2012. 96 с.
13. Куклин А.А., Шипицына С.Е., Нифантова Р.В. Экономическая оценка жизни человека. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2012.
14. Методика выполнения расчета вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии гидротехнических сооружений объектов, подназорных МПР России. МПР России, Москва, 2002.
15. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии судоходных гидротехнических сооружений. Утверждена Приказом МЧС России и Минтранса России от 02.10.2007 г. № 528/143.
16. Методические рекомендации по оценке ущерба от подтопления территорий городов и определению экономической эффективности применения предупредительных и защитных мероприятий НИЭС Госстроя СССР. М., 1986.
17. Методические указания по определению экономического ущерба от наводнений, затоплений и подтоплений. ФГУП «ВИЭМС», Москва, 2003.
18. Министерство финансов РФ. 2011. Расчет распределения между субъектами Российской Федерации субвенций из Федерального фонда компенсаций на 2011 год для осуществления отдельных полномочий Российской Федерации в области водных отношений). Москва.
19. Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В., Иванов А.А. Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.
20. Мяков С. География природных рисков. М.: МГУ, 1995. 224 с.
21. Национальный атлас России. М.: Роскартография, 2007.
22. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2008. 432 с.
23. Шагин С.И. Пространственная структура потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Южного федерального округа России: дис. ... доктора географических наук. Астрахань, 2010.
24. Arkhipkin V., Mukhametov S. Hydrometeorological Coastal Integrated Research in the North-Eastern Part of the Black Sea. The Tenth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, vol. 2. 2011. P. 873.
25. Aubrecht C., Fuchs S., Neuhold C. Spatio-temporal aspects and dimensions in integrated disaster risk management. Natural Hazards, 68(3), 2013. P. 1205–1216.
26. Baburin V., Kasimov N., Goryachko M. Development of the Black Sea Coast of Caucasus in the Conditions of Changes of the Nature and Society. Proceedings of the 9th international conference on the Mediterranean coastal environment. Sochi. 2009.
27. Birkmann J. (Ed.). Measuring Vulnerability to Natural Hazards — Towards Disaster-Resilient Societies. UNU Press, Tokyo, New York. 2006.
28. Birkmann J. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. Environmental Hazards, 7(1), 2007. P. 20–31.
29. DeFusco R., Jerald E., David E., Dennis W. Quantitative Methods for Investment Analysis. Charlottesville, VA: Association for Investment Management and Research. 2001.
30. Fekete A. Assessment of Social Vulnerability to River Floods in Germany. Bonn, UNU-EHS. Graduate Research Series, vol. 4, 2010.
31. Fuchs S., Birkmann J., Glade T. Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis: current approaches and future challenges. Natural Hazards, 2012. P. 1–7.
32. Kotlyakov V., Desinov L., Dolgov S., Koronkevich N., Likhacheva E., Makkaveev A., Rudakov V. 2013. Flooding of July 6–7, 2012, in the town of Krymsk. Regional Research of Russia, 3(1), 32–39.
33. Matishov G., Matishov D. Current natural and social risks in the Azov-Black Sea region. Herald of the Russian Academy of Sciences, 83(6), 2013. P. 490–498.
34. Mrozek J., Taylor L. What determines the value of life? A meta-analysis. Journal of Policy analysis and Management, 21(2), 2002. P. 253–270.
35. Ologunorisa T., Abawua M. Flood risk assessment: a review. J ApplSci Environ Manag 9: 2005. P. 57–63.
36. Petrova E. Social and economic factors of the natural risk increasing: estimation of the Russian regions. Natural Hazards, Earth System Science, 4(2), 2004. P. 243–248.
37. Petrova E. Vulnerability of Russian regions to natural risk: experience of quantitative assessment. Natural Hazards, Earth System Sciences, 6(6). 2006.
38. Shakhramanjan M., Nigmatov G., Larionov V., Nikolaev A., Frolova N., Suchshev S., Ugarov A. Advanced procedures for risk assessment and management in Russia. International Journal of Risk Assessment and Management, 2(3), 2001. P. 303–318.
39. United Nations. Global assessment report on disaster risk reduction. Geneva, UNISDR. 2013.
40. Viscusi W., Aldy J. The value of a statistical life: a critical review of market estimates throughout the world. Journal of risk and uncertainty, 27(1), 2003. P. 5–76.
41. World Risk Report. BundnisEntwicklungHilft. Bonn, 2011.
42. Zemtsov S., Kidyeva V., Fadeev M. Socio-economic risk assessment of flooding for Russian coastal regions. In ERSa conference papers (No. ersa13p1271). European Regional Science Association. 2013.