

Науки о Земле

УДК 556(504.4)
DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-6-15

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В СВЯЗИ С ОПАСНОСТЬЮ НАВОДНЕНИЙ

ASSESSMENT OF THE RIVERS' MAXIMUM RUNOFF IN THE COASTAL TERRITORY OF PRIMORSKY REGION IN THE VIEW OF FLOODS HAZARD



Л. В. Горбатенко, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток
glv@tigdvo.ru

L. Gorbatenko, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Рассмотрены временные закономерности и пространственные особенности максимального стока рек прибрежной территории Приморского края (бассейн Японского моря) в связи с опасностью наводнений за период от начала наблюдений по 2018 г. В качестве критерия выделения наиболее паводкоопасных территорий использован показатель превышения уровней воды отметок опасного явления, определяемый территориальными органами Росгидромета. Для всех рассматриваемых водотоков, за исключением р. Казачка, характерно преобладание в выборке летне-осенних максимумов стока. Особенностью рек побережья края является отсутствие связи амплитуд внутригодовых среднесуточных и межгодовых колебаний максимальных в году уровня воды с морфометрическими характеристиками водосборов, хотя в целом очевидно их увеличение с ростом размера реки. Временная динамика абсолютных значений максимального стока, его аномалий и многолетних циклов водности для рек прибрежной зоны Приморского края не синхронна, за исключением группы соседних рек восточного побережья, а также р. Раздольная в трёх створах наблюдений за стоком. Рекам побережья края свойственна сложная пространственная дифференциация опасных явлений, связанных с высокими уровнями воды, на близко расположенных реках их повторяемость различна. Увеличение частоты наводнений в последние годы наблюдается только на отдельных реках. Наибольшим угрозам по критерию повторяемости превышения уровня воды (отметки опасного явления) подвергаются территории бассейнов рек Раздольная, Борисовка и Цукановка

Ключевые слова: прибрежная зона; наводнения; максимальные расходы; уровни воды; генезис; многолетняя динамика; циклы водности; превышение отметки опасного явления; повторяемость; опасность затопления

The temporal patterns and spatial features of the maximum runoff in the coastal territory of Primorsky Region in view of the floods hazard for the period from the beginning of observations to 2018, are considered. The indicator of exceeding the hazardous water level, determined by the territorial divisions of the Hydrometeorology Department of the Russian Federation, used as a criterion for identifying the most flood-prone areas. Except for the Kazachka river, all the considered watercourses are characterized by the predominance of supreme value of runoff in summer-autumn season. There is no dependence between the amplitudes of intra-annual average daily, inter-annual fluctuations of the maximum water levels and the morphometric characteristics of catchments for the rivers on the coast of Primorsky Region. But generally it is obvious that amplitudes grow with increasing a river size. The temporal dynamics of the absolute values of the maximum runoff, its anomalies and long-term water cycles of the rivers in the coastal zone of Primorsky Region are not synchronous, except for a group of neighboring rivers on the east coast, as well as the Razdolnaya river in three gaging stations. The rivers of the coast region are characterized by a complex spatial differentiation of hazardous phenomena associated with high water levels. Their recurrence differs on closely located rivers. An increase in the frequency of floods in recent years has been observed only on certain rivers as the Razdolnaya river at Novogeorgievka settlement and the Rakovka river at Opyitny settlement. The territories of the catchments of the Razdolnaya, Borisovka and Tsukanovka rivers are exposed to the greatest threats of exceeding the hazardous water levels

Key words: coastal zone; floods; maximum flow rates; water levels; genesis; long-term dynamics; water cycles; exceeding the hazardous water levels; recurrence; hazard of flooding

Введение. Для Приморского края наводнения в результате осадков большой интенсивности представляют значительную социально-экономическую проблему. При сильных наводнениях затапливается значительная часть равнинных сельскохозяйственных земель, экономике края и населению наносится значительный материальный ущерб [13].

Актуальность исследования обусловлена недостаточной изученностью закономерностей максимального речного стока на территории края. До сих пор нет региональной территориальной оценки максимального стока с точки зрения опасности наводнений, которая могла бы представить пространственную картину масштабов явления и его временную динамику. Единичны работы, посвящённые проблемам затопления территории Приморского края, возникающим во время паводков [8; 9], несмотря на комплексность и оригинальный подход к оценке рисков наводнений отдельных из них [3]. Одной из характеристик максимального речного стока, требующих изучения, является повторяемость опасных гидрологических явлений, в результате которых наблюдаются высокие уровни воды и, как следствие, затопление прилегающих к руслу территорий.

Объектом исследования является прибрежная зона Приморского края, представляющая собой бассейн Японского моря, расположенная на траектории движения воздушных масс различных направлений; основная масса осадков здесь выпадает в результате выхода циклонов, формирующихся в Забайкалье, Монголии, Жёлтом, Южно-Китайском море, а также обострения фронтальных разделов [10]. С административной точки зрения это территория муниципальных районов и городских округов, имеющих береговую морскую линию, а также большая часть Уссурийского ГО и Октябрьского МР [11]. Всего на начало 2019 г. здесь проживали более 1,4 млн человек, или 74 % населения края, часть этого населения находится в потенциальной зоне затопления.

Предмет исследования – максимальный сток рек прибрежной зоны.

Цель исследования состоит в выявлении пространственных и временных особенностей

максимального стока рек бассейна Японского моря на территории Приморского края с точки зрения критериев затопления прилегающих к руслам рек территорий с использованием данных наблюдений наблюдательной сети Росгидромета.

Основные задачи исследования заключаются в оценке генезиса максимального речного стока, влияния морфометрических характеристик водосбора на размах его колебаний внутри года и в многолетнем разрезе, оценке особенностей многолетней динамики максимального стока и повторяемости высоких уровней воды, вызывающих наводнения.

Методы исследования и материалы. Существуют различные оценки степени катастрофичности паводков и опасности вызываемых ими наводнений: по различным амплитудам колебаний абсолютных значений уровня вне их связи с определёнными критическими значениями [2]; по интегральному показателю, рассчитываемому по среднему превышению максимальных уровней над критическим, длительности стояния высоких уровней и повторяемости подобных событий [16], а также площади затопленных прибрежных территорий [4]. В качестве критического, величина превышения которого является критерием опасности затопления в период половодья или паводков, используется значение уровня начала затопления территории [12], поскольку только при достижении такого уровня формируются площадь и глубина затопления, определяющие величину социально-экономического ущерба [1]. В работе оценка максимального стока рек прибрежной зоны Приморского края проведена с использованием критерия превышения уровней воды отметки опасного явления (ОЯ)¹, устанавливаемых территориальными органами Росгидромета. Подобный подход учитывает, что наводнение – это не просто природное явление, во время которого наблюдаются разливы рек, а явление, связанное с экономическим ущербом, т. е., как подчёркивает И. В. Кичигина [7], имеющее «двойственный» природно-экономический характер. Такая характеристика, как уровень отметки ОЯ, учитывает параметры природного процес-

¹ОЯ: Гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб.

са затопления территории и степень освоенности паводкоопасных местностей. Повторяемость превышения уровней отметок ОЯ определена по единому для всех створов периоду, выбранному с учётом данных о переносе гидрологических постов.

При выполнении работы использованы данные о максимальном стоке рек побережья Приморского края (ПК) по 16 створам (по р. Туманная – только уровни) от начала наблюдений по 2018 г. включительно. В отдельных случаях при наличии рек-аналогов проведено восстановление пропущенных значений стока (максимальных расходов воды).

Результаты исследования. Реки прибрежной зоны края, относящиеся к бассейну Японского моря, имеют в основном небольшие площади водосборов – от 175 у р. Цукановка до 4140 км² у р. Партизанская, исключение составляют реки Раздольная и Туманная с общей площадью водосбора 16830 и 41200 км² соответственно (6820 и 25,8 км² российская часть). Самая «равнинная» река – Цукановка, средняя высота её водосбора составляет 201 м; для остальных рек высота водосбора изменяется от 300 до почти 600 м над уровнем моря. Густота речной сети для большинства водосборов изменяется от 0,90 до 1,1 км/км².

Многолетние колебания максимального стока рек побережья Приморского края не являются в целом синхронными. Существует лишь небольшая группа рек, для которых эта синхронность проявляется. Это реки восточного побережья края – Рудная, Аввакумовка и Маргаритовка (коэффициент корреляции максимальных расходов воды $r = 0,79 \dots 0,86$). Синхронные временные колебания стока в створах на р. Раздольная (с. Новогеоргиевка, г. Уссурийск, с. Тереховка) и р. Борисовка и Казачка в створах с. Корсаковка и с. Пуциловка ($r = 0,78 \dots 0,99$).

Генезис максимального стока, связь с морфометрией. Как уже отмечалось [5], многолетние ряды максимального стока на реках побережья края не являются генетически однородными – наивысшие в году значения стока могут наблюдаться во время как половодья, так и летне-осенних паводков, и в многолетней выборке преобладают максимумы летне-осенних паводков. За период от начала наблюдений по 2018 г. для всех исследуемых створов наблюдений за речным стоком количество лет в имеющейся выборке с мак-

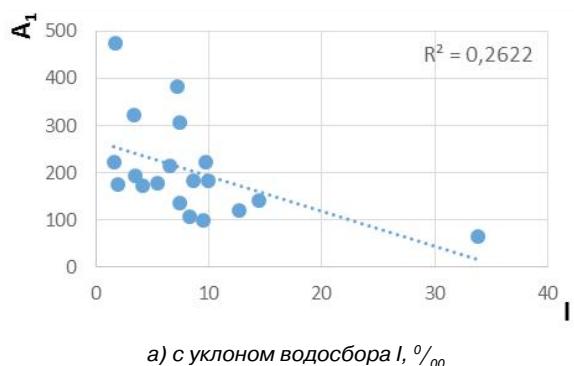
симальными значениями стока в период летне-осенних паводков (июль–октябрь) доминирует, изменяясь от 53 % для р. Раздольная в створе г. Уссурийск до 83 % для р. Цукановка у с. Краскино. Последняя наряду с реками Амба и Туманная находится в группе рек с наибольшей повторяемостью лет с годовыми летне-осенними максимумами стока. Исключение составляет р. Казачка в створе с. Пуциловка, для которой чаще наблюдаются годовые максимумы расходов/уровней воды во время половодья (54 % лет в выборке). При этом в октябре максимумы годового стока наблюдаются редко, лишь в отдельные годы, и значения максимального стока для этих лет, как правило, намного ниже среднемноголетних. Доля лет с максимальным в году стоком в апреле, как правило, на пике половодья составляет от 3 % для рек Амба и Цукановка до 10...12 % для рек Суходол, Шкотовка, Раздольная, Казачка. На р. Туманная подобные случаи за период наблюдений не отмечались.

За весь период наблюдений на реках прибрежной зоны ПК имели место несколько эпизодов, когда максимальные в году уровни воды фиксировались в ноябре: в 1993 г. на р. Раздольная у с. Новогеоргиевка; в 2012 г. в близкие даты (12–14 ноября) на реках Раздольная во всех трёх пунктах наблюдений, а также на р. Борисовка, Казачка и Амба; на р. Борисовка в 1942 г. и на р. Маргаритовка в 2004 г. Эти случаи связаны со значительными дождями, как, например, в 2012 г. в бассейне р. Раздольная и р. Амба, когда по ст. Тимирязевский 6–7 и 12 ноября и по ст. Посыть 7, 12 ноября суммарное количество осадков составило 38,9 и 32 мм соответственно. Максимальные в году уровни в холодный период, в ноябре–марте, наиболее часто наблюдались на реках Рудная, Суходол и Казачка (в 13, 8 и 12 % лет из всей выборки). В зимние месяцы наиболее часто это происходило на р. Рудная в створе г. Дальнегорск и р. Аввакумовка в створе с. Молдавановка.

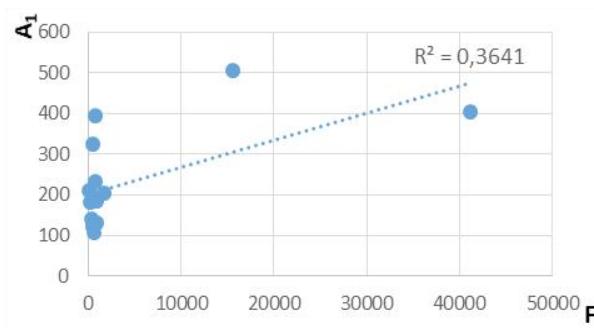
При анализе факторов, обусловливающих и/или увеличивающих опасность наводнений, часто используют географо-гидрологический метод, увязывающий, например, размер амплитуды колебаний стока с морфометрическими характеристиками водосборов. В работе А. И. Бокарева (с соавт.) [2] отмечается, что для рек российского Причерноморья выявлена тенденция снижения максимальной амплитуды колеба-

ний уровня с ростом уклона водосбора. Там же приводятся данные о чётко выраженной зависимости максимальной суточной амплитуды стока от площади водосбора на уровне $R^2 = 0,92\text{--}0,94$. О наличии связи морфометрических характеристик (длины реки, уклона водосбора) с максимальной амплитудой подъёма уровня от абсолютного минимума за период наблюдений по R^2 , равной $0,68\text{...}0,64$,

указано и С. В. Долговым и С. И. Шапоренко [6]. Для анализируемых рек рассчитывались внутригодовая средняя и максимальная амплитуды колебаний среднесуточных уровней за 2008–2018 гг., а также межгодовая амплитуда максимальных в году уровней за 2008–2018 гг., статистически значимых их зависимостей с морфометрическими параметрами водосбора не выявлено (рис. 1).



а) с уклоном водосбора I , %



б) с площадью водосбора F , км²

Рис. 1. Связь амплитуд суточных уровней воды, средних за 2008–2018 гг. (A_d), с морфометрическими характеристиками водосборов / Fig. 1. Relationship of the daily water levels amplitudes, average for 2008–2018 (A_d), with the morphometric characteristics of catchments

Тем не менее, общая закономерность увеличения амплитуд колебаний уровней воды с увеличением площади водосбора в определённой мере выражена (табл. 1), т. е. чем крупнее река, тем они выше. При этом значения самих амплитуд колебаний максимального стока, напротив, тесно связаны между собой на уровне $R^2 = 0,83\text{...}0,93$, т. е., например, если колебания максимальных значений стока велики внутри года, то и в многолетнем разрезе.

Особенности многолетней динамики максимального стока. С точки зрения опасности наводнений представляет интерес анализ многолетних колебаний максимального стока рек, в том числе их многолетних циклов, который выполнен на основе разностных интегральных кривых максимального стока (РИК), его генезис при этом не учитывался. РИКи показывают периоды, когда сумма отклонений годовых значений максимального стока от среднемноголетнего последовательно нарастала год к году или аналогичным образом снижалась, т. е. свидетельствуют о преобладании в отдельном временном периоде группировок лет с максимальными расходами воды выше или ниже среднего значения.

Для рек прибрежной зоны ПК за имеющийся период наблюдений число лет с максимальными в году расходами ниже среднего преобладает, оно изменяется от 79 % для р. Аввакумовка у с. Ветка до 60 % для р. Цукановка у с. Краскино. Минимальное количество таких лет характерно для небольших водотоков, впадающих в залив Петра Великого: рек Амба и Цукановка (61 и 60 % от имеющегося ряда), Суходол, Шкотовка и Артёмовка (61, 62 и 63 % соответственно).

Колебания значений «аномалий» максимального стока K_i , рассчитанных как отношение Q_i/Q_{cp} , т. е. максимального расхода воды за определённый год из временной выборки к его среднемноголетнему значению, не являются синхронными. Степень аномальности года с максимальным превышением уровня отметки ОЯ, т. е. отличие максимального в этом году значения стока от среднемноголетнего, может быть различной. Например, на р. Рудная у г. Дальнегорск в 2016 г. наблюдались самые высокие за рассматриваемый период расходы воды, в 8,2 раза выше среднемноголетних, уровень был выдающимся за весь период наблюдений и превышал отметки ОЯ на «исторически» максимальные 113 см. На р. Цукановка у с. Краскино в 2001 и 2013 гг.

при максимальных расходах воды, превышавших их среднемноголетние значения всего в 2,6 и 1,5 раза, наблюдались уровни

выше отметок ОЯ на максимальные для этого створа 58 и 32 см (см. таблицу).

*Внутригодовые и межгодовые амплитуды колебаний суточных и максимальных уровней воды /
Intra- and inter-annual amplitude of fluctuation of daily and maximum water levels*

Створ наблюдений / Gaging station	F, пло- щадь водо- сбора, км ² / Catch- ment area, km ²	Год / Превыше- ния отметки ОЯ при наивысшем наблюденном уровне ² , см / Year/ Exceeding the hazardous water levels, cm	Амплитуда выс- ших и низших среднесуточных уровней в году, средняя за 2008–2018 гг. A ₁ , см / Amplitude of the highest and lowest daily water levels in a year, the average in 2008–2018 A ₁ , cm	Амплитуда выс- ших и низших среднесуточных уровней в году, максимальная за 2008–2018 гг. A ₂ , см / Amplitude of the highest and lowest daily water levels in a year, maximum in 2008–2018 A ₂ , cm	Межгодовая амплитуда максималь- ных уровней за многолет- ний период 1968–2018 гг., см / Inter- annual amplitude of maximum water levels in 1968–2018, cm
р. Рудная – г. Даль-негорск	293	2016 / 113	142	313	281
р. Аввакумовка – с. Ветка	1740	2016 / 80	206	368	393
р. Маргаритовка – с. Маргаритово	763	1989 / 27	232	344	440
р. Лазовка – п. Лазо	671	0	105	191	287
р. Партизанская – с. Молчановка	549	1975 / 120	130	227	404
р. Суходол – с. Романовка	443	1983 / 30	121	262	303
р. Шкотовка – п. Шкотово	706	2007 / 110	185	239	366
р. Артёмовка – с. Штыково	894	1992 / 44	131	337	343
р. Раздольная – п. Новогеоргиевка	н/д	1965 / 257	315	551	567
р. Раздольная – г. Уссурийск	н/д	2018 / 110	467	737	616
р. Раздольная – п. Тереховка	15 500	1933 / 120	504	793	791
р. Борисовка – с. Корсаковка	756	2015 / 146	395	682	651
р. Казачка – с. Пуциловка	519	2000 / 45	324	515	536
р. Амба – с. Занадворовка	242	2017 / 144	182	452	370
р. Цукановка – с. Краскино	150	2001 / 68	212	355	372
р. Туманная – п. Хасан	41200	2016 / 113	403	673	564

²За весь период наблюдений

Разностные интегральные кривые максимальных расходов воды показывают, что циклы изменений максимального стока рек побережья в целом за период наблюдений не синхронны (рис. 2), но при этом выделяются отдельные периоды синхронности для некоторых рек или их групп. Так, в частности, синхронными были многолетние фазы подъёма и спада значений максимального стока р. Артёмовка (с. Штыково) и р. Раздольная (с. Тереховка) за период 1928–1985 гг. ($r = 0,87$); р. Рудная и р. Аввакумовка (с. Молдавановка) в 1965–2018 гг. ($r = 0,88$); р. Ам-

ба и р. Цукановка в 1965–2018 гг. ($r = 0,85$). В 1947–2018 гг. фазы циклов совпадали у р. Раздольная (с. Тереховка), р. Артёмовка и Амба ($r = 0,83 \dots 0,89$) в соответствующих створах. Период 1947–1989 гг. был временем синхронности циклов для большего числа рек – помимо Артёмовки, Раздольной и Амбы ($r = 0,75 \dots 0,92$), также и для рек Рудная, Шкотовка. После 1989 г. наступил период рассинхронизации фаз циклов водности для большинства рек, с 2010 г. сток р. Рудная находится в противофазе со стоком остальных рек.

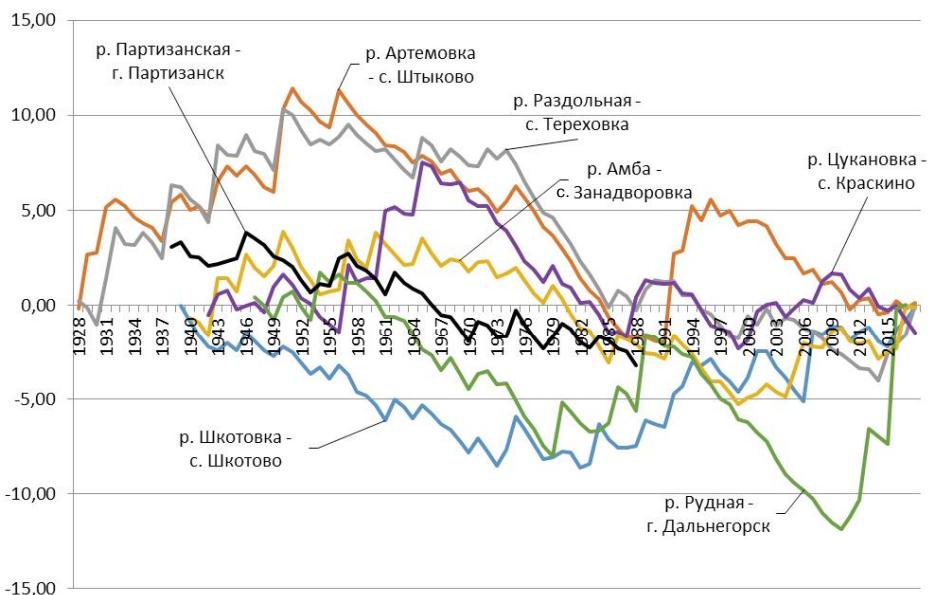


Рис. 2. Разностные интегральные кривые максимальных среднесуточных расходов воды /
Fig. 2. Difference cumulative curve of maximum daily water flow rate

Годы с превышением максимальных уровней отметок ОЯ наблюдались как на фоне многолетней маловодной фазы цикла водности, при этом могли быть единичным событием или в отдельных случаях вместе с рядом последующих лет – эпизодом подъёма водности небольшой длительности (р. Аввакумовка, 1965–2009 гг.; р. Рудная, 1980–1989 гг.; р. Артёмовка, 1992–1996 гг.), так и внутримноговодной фазы цикла (р. Шкотовка, 1974–2018 гг.; р. Амба, 2000–2018 гг.), а иногда, возможно, формировали её начало (р. Раздольная, 2005–2018 гг.). Самый значительный межгодовой размах колебаний значений максимальных в году уровней воды отмечен на р. Раздольная в створах г. Уссурийск (616 см) и с. Тереховка (791 см), а также на

её притоке – р. Борисовка у с. Корсаковка (651 см); на р. Туманная эта величина достигала почти 6 м (564 см). Для этих же рек самой высокой является амплитуда колебаний уровня внутри года, средняя и максимальная. Небольшие амплитуды характерны для р. Рудная, Лазовка, Суходол (см. таблицу).

Повторяемость превышения уровней отметок ОЯ. Для оценки повторяемости превышения уровней отметки ОЯ [14] использован единый период 1968–2018 гг., который определён с учётом сведений о переносах створов постов. Именно в последние несколько лет этого периода максимальные уровни и, следовательно, наибольшее превышение отметки ОЯ имело место на реках Рудная и Аввакумовка (с. Ветка) в 2016 г. на 113 и 80 см

соответственно; р. Раздольная (г. Уссурийск) в 2018 г. на 110 см; р. Борисовка в 2015 г. на 146 см; р. Амба в 2017 г. на 124 см и р. Туманная в 2016 г. на 113 см. В более ранние годы исторические максимумы уровней воды и, соответственно, максимальные превышения отметок ОЯ наблюдалась в 1932 г. на р. Раздольная у с. Тереховка (170 см); в 1960 г. на р. Маргаритовка (125 см); в 1965 г. на р. Раздольная у с. Новогеоргиевка (257 см); в 1975 г. на р. Партизанская у с. Молчановка (120 см); в 1983 г. на р. Суходол (30 см); в 2000 г. на р. Казачка (45 см); в 2001 г. на р. Цукановка (68 см). На р. Артёмовка, сток которой зарегулирован с 1977 г., у с. Штыково максимальное превышение отметки ОЯ зафиксировано в 1992 г. – на 44 см.

Увеличение частоты превышения уровней отметок ОЯ в последние годы характерно только для двух створов: р. Раз-

дольная – с. Новогеоргиевка (2015–2018) и р. Раковка – п. Опытный (2015, 2017, 2018). В то же время на реках Аввакумовка (с. Молдавановка), Маргаритовка, Лазовка, Партизанская, Суходол, Шкотовка, Артёмовка, Казачка, Комаровка превышения уровня ОЯ в эти годы не было.

На рис. 3 отображено пространственное распределение повторяемости превышения уровней воды отметок ОЯ. Наибольшая повторяемость наблюдается на р. Раздольная у с. Новогеоргиевка и г. Уссурийск, её притоке р. Борисовка у с. Корсаковка и на р. Цукановка у с. Краскино – не реже одного раза в 7...8 лет. Для рек Раздольная и Борисовка наибольшими являются и амплитуды подъёма уровней. Таким образом по повторяемости и степени превышения уровней отметок ОЯ эти реки являются наиболее паводкоопасными.



Рис. 3. Повторяемость уровней отметки опасного явления /
Fig. 3. Recurrence of the hazardous water levels

Распределение событий превышения уровней отметок ОЯ в 1968–2018 гг. во времени в определённой степени несинхронно, а также неоднородно в пространственном отношении. В отдельные годы ОЯ наблюдалось только на одной из рек, например, в 1960 г. на р. Маргаритовка, с. Маргаритовка; в 1962 г. на р. Партизанская, с. Молчановка; в 1971 г. на р. Аввакумовка, с. Ветка; в 1988 и 2001 гг. на р. Цукановка, с. Краскино и т.д.

В 1980 г. ОЯ охватило реки, водосборы которых расположены недалеко друг от друга: Рудная, Аввакумовка, Маргаритовка и Партизанская у с. Молчановка. Наибольший территориальный охват ОЯ имели место в 1989 г., когда они наблюдались на р. Рудная, Аввакумовка, Маргаритовка, Партизанская (с. Молчановка), Суходол и р. Раздольная в трёх створах; а также в 2000 г. – в бассейне р. Раздольная, включая притоки Борисовка

и Казачка, и р. Цукановка и Туманная. Выделяются довольно длительные периоды, когда превышение отметок ОЯ на реках побережья практически не наблюдалось: с 1966 по 1979 и с 1966 по 1982 гг.; а также кратковременные – с 1995 по 1999 и с 2008 по 2012 гг. Годы превышения уровня отметки ОЯ почти всегда совпадали лишь на р. Раздольная у с. Новогеоргиевка и г. Уссурийск, часто это происходило на близко расположенных реках Рудная и Аввакумовка у с. Ветка; Цукановка и Туманная. Абсолютные максимумы в этом веке фиксировались на р. Рудная, Аввакумовка, Шкотовка, Раздольная, Борисовка, Амба, Цукановка и Туманная, на остальных реках в более давние годы, в XX в.

Примечательно, что практически на всех исследуемых реках уровни половодья не превышают современные отметки ОЯ. Исключение составляет р. Раздольная (с. Тереховка), где это наблюдалось в 1931 и 1933 гг. (14 июня и 6 мая соответственно), а также р. Борисовка (28 апреля 2010 г.). Зонирование территории всего побережья края по повторяемости наводнений представляется невозможным из-за недостаточности данных наблюдений за стоком, их пространственной дискретности, различных условий пойм даже на близких участках водотоков, различных траекторий выхода тайфунов и вследствие этого невозможности учёта всех факторов, влияющих на формирование наводнения. По этой же причине следует с осторожностью распространять данные о повторяемости уровней ОЯ на весь бассейн реки, имея данные наблюдений в отдельных створах.

Заключение. Для всех рассматриваемых водотоков побережья Приморского края, за исключением р. Казачка, характерно преобладание летне-осенних максимумов стока, минимальным оно является для р. Раздольная у г. Уссурийск, максимальным – для рек юга края (Цукановка, Амба и Туманная). Характерной особенностью рек побережья края является отсутствие связи амплитуд внутригодовых суточных и межгодовых колебаний максимальных уровней воды с морфометрическими характеристиками водосборов. Для анализируемых рек практически отсутствуют общие закономерности пространствен-

но-временной динамики максимального стока, в т. ч. их распределения по критериям опасного явления. Временная динамика абсолютных значений максимального стока, его аномалий и многолетних циклов водности для рек прибрежной зоны Приморского края не синхронна, за исключением группы соседних рек восточного побережья (р. Рудная, Маргаритовка и Аввакумовка), а также р. Раздольная в трёх створах. Нельзя утверждать, что в последние годы наводнения участились в целом на всех реках побережья. Период 2015–2018 гг. выделяется как особый только для р. Раздольная у с. Новогеоргиевка и р. Раковка у с. Опытный, где превышение уровней отметок ОЯ наблюдалось все четыре года подряд и три года из четырёх соответственно. Годы превышения уровней отметки ОЯ почти всегда совпадали лишь на р. Раздольная у с. Новогеоргиевка и г. Уссурийск, часто это происходило на близко расположенных р. Рудная и Аввакумовка у с. Ветка, Цукановка и Туманная.

Наибольшим угрозам по критерию повторяемости превышений уровней воды отметки опасного явления подвергаются территории бассейнов р. Раздольная, Борисовка и Цукановка. Наименее часто уровень ОЯ наблюдался на р. Маргаритовка, Шкотовка, Артёмовка, Казачка, Амба, ни разу за рассматриваемый период уровень ОЯ не был превышен на р. Лазовка у с. Лазо.

Недостаточность данных наблюдений на р. Комаровка и Раковка не позволила проанализировать повторяемость превышения уровней отметок ОЯ, между тем на р. Раковка у п. Опытный только в последние годы это превышение имело место в 2015, 2017 и 2018 гг. на 49, 76 и 61 см соответственно. Следует учитывать, что наводнения могут иметь место не только в результате разлива рек; при соответствующих условиях затопляться могут низинные территории, например, в пределах застройки населённых пунктов.

Знание пространственно-временных закономерностей повторяемости ОЯ на реках побережья Приморского края может служить основой для определения приоритетов в осуществлении мер по предотвращению последствий наводнений.

Список литературы

1. Бокарев А. И., Корбут В. В., Корчагин А. Б., Матвеев В. Н. Степень опасности наводнений на реках Омской области и целесообразное направление по ее снижению // Омский научный вестник. 2013. № 1. С. 221–226.
2. Вишневская И. А., Десинов Л. В., Долгов С. В., Коронкевич Н. И. Географо-гидрологическая оценка наводнений в российском Причерноморье // Известия РАН. Серия «География». 2016. № 1. С. 131–146.
3. Гарцман Б. И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
4. Голубева А. Б., Земцов В. А. Оценка опасности и рисков наводнений в г. Барнауле (пос. Затон) // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 373. С. 183–188.
5. Губарева Т. С., Гарцман Б. И. Генезис максимального стока рек юга Дальнего Востока и расчет максимальных расходов дождевых паводков // Гидрометеорология и экология Дальнего Востока. Темат. вып. ДВНИГМИ № 4. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 94–110.
6. Долгов С. В., Шапоренко С. И. О географо-гидрографических предпосылках формирования наводнений и их последствий на Северо-Западном Кавказе // Проблемы региональной экологии. 2018. № 2. С. 84–90.
7. Кичигина И. В. Опасность наводнений на реках байкальского региона // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 41–51.
8. Куликова В. В. Анализ природных и антропогенных причин наводнений и их последствий на реках Партизанского района Приморского края // Региональные проблемы. 2008. № 9. С. 92–96.
9. Макагонова М. А. Опасные гидрологические явления в Приморском крае и их влияние на экономику // Гидрометеорология и экология Дальнего Востока: Темат. вып. ДВНИГМИ № 4. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 111–117.
10. Мезенцева Л. И., Гришина М. А., Кондратьев И. И. Траектории и глубина циклонов, выходящих на территорию Приморского края // Вестник ДВО РАН. 2019. № 4. С. 29–38.
11. Музыченко Т. К., Маслова М. Н. Трансграничный анализ структуры земель бассейна реки Раздольная // Тихookeанская география. 2021. № 1. С. 70–77.
12. Нигметов Г. М., Ларионов В. И., Филатов Ю. А., Пчелкин В. И., Ульянов С. В., Сорогин А. А., Юзбеков Н. С. Зонирование территории Российской Федерации по величине риска наводнений // Технологии гражданской безопасности. 2003. № 1–2. С. 30–36.
13. О федеральной целевой программе «Защита от наводнений населенных пунктов, народно-хозяйственных объектов, сельскохозяйственных и других ценных земель в Приморском крае на 1995–2000 годы»: Постановление Правительства РФ [от 15 апреля 1995 г. № 340].
14. Перечень и критерии гидрометеорологических опасных явлений (ОЯ) для ФГБУ «Приморское УГМС»: [утверждено Приказом начальника ФГБУ «Приморское УГМС» № 1236 от 15 декабря 2008 г.]. URL: http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen_i_kriterii_opasnyh_meteorologicheskikh_yavlenij/ (дата обращения: 15.07.2020). Текст: электронный.
15. РД 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. Москва. 2008. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105083> (дата обращения: 15.02.2021). Текст: электронный.
16. Яковченко С. Г., Постнова И. С., Жоров В. А., Ловцкая О. В., Дмитриев В. О. Районирование территории по степени опасности и оценка рисков наводнений с использованием ГИС-технологий // Вычислительные технологии. 2006. Т. 11, ч. 2. С. 87–93.

References

1. Bokarev A. I., Korbut V. V., Korchagin A. B., Matveev V. N. *Omskiy nauchny vestnik* (Omsk Scientific Bulletin. 2013, no. 1, pp. 221–226).
2. Vishnevskaya I. A., Desinov L. V., Dolgov S. V., Koronkevich N. I. *Izvestiya. RAN. Seriya «Geografiya»* (News of the RAS. Geography series), 2016, no. 1, pp. 131–146.
3. Gartsman B. I. *Dozhdevye navodneniya na rekakh yuga Dalnego Vostoka: metody raschetov, prognozov, otsenok riska* (Rain floods on rivers of the south of Far East: methods of calculation, forecasts, risk assessments). Vladivostok: Dalnauka, 2008, 223 p.
4. Golubeva A. B., Zemtsov V. A. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* (Bulletin of the Tomsk State University), 2013, no. 373, p. 183–188.
5. Gubareva T. S., Gartsman B. I. *Gidrometeorologiya i ekologiya Dalnego Vostoka: Tematicheskiy vyp. DVNIGMI № 4* (Hydrometeorology and ecology of the Far East. Thematic issue. DVNIGMI no. 4. Vladivostok: Dalnauka, 2003, pp. 94–110).

6. Dolgov S. V., Shaporenko S. I. *Problemy regionalnoy ekologii* (Problems of regional ecology, 2018, no. 2, pp. 84–90).
7. Kichigina I.V. *Geografiya i prirodnye resursy* (Geography and natural resources), 2018, no. 2, pp. 41–51.
8. Kulikova V.V. *Regionalnye problemy* (Regional problems), 2008, no. 9, pp. 92–96.
9. Makagonova M.A. *Gidrometeorologiya i ekologiya Dalnego Vostoka: Tematicheskiy vyp. DVNIGMI № 4* (Hydrometeorology and ecology of the Far East: Thematic issue. DVNIGMI no. 4). Vladivostok: Dalnauka, 2003, pp. 111–117.
10. Mezentseva L.I., Grishina M.A., Kondratiev I.I. *Vestnik DVO RAN* (Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences), 2019, no. 4, pp. 29–38.
11. Muzychenco T.K. Maslova M.N. *Tihookeanskaya geografija* (Pacific Geography), 2021, no. 1, pp. 70–77.
12. Nigmatov G.M., Larionov V.I., Filatov Yu.A., Pchelkin V.I., Uliyanov S.V., Sorokin A.A., Yuzbekov N.S. *Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti* (Civil security technologies), 2003, no. 1–2, pp. 30–36.
13. *O federalnoy tselevoy programme «Zashchita ot navodneniy naselennyh punktov, narodnohozyaystvennyh obektov, selskohozyaystvennyh i drugih tsennyyh zemel v Primorskom krae na 1995–2000 gody»* (About the federal program “Protection of settlements, national economic facilities, agricultural and other valuable lands from floods in Primorsky Krai for 1995–2000): Resolution of the Government of the Russian Federation [No. 340 of April 15, 1995]. Available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102058288&backlink=1&&nd=102035130> (date of access: 15 July 2020). Text: electronic.
14. Perechen i kriterii gidrometeorologicheskikh opasnyh yavleniy (OYa) dlya FGBU «Primorskoe UGMS» (List and criteria of hydrometeorological hazard phenomena for Primorskoe UGMS): [approved by Order of the head of the Federal State Budgetary Institution “Primorskoe UGMS” No. 1236 dated by December 15, 2008]. Available at: http://www.primgidromet.ru/pogoda/perechen_i_kriterii_opasnyh_meteorologicheskikh_yavlenij/ (date of access: 15 July 2020). Text: electronic.
15. RD 52.88.699-2008. Polozhenie o poryadke deystviy uchrezhdeniy i organizatsiy pri ugroze vozniknoveniya i vozniknovenii opasnyh prirodnih yavleniy (Regulations on the procedure for the institutions and organizations' action in case of a threat and occurrence of hazardous natural phenomena). Moscow, 2008. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200105083> (date of access: 15 February 2021). Text: electronic.
16. Yakovchenko S.G., Postnova I.S., Zhorov V.A., Lovtskaya O.V., Dmitriev V.O. *Vychislitelnye tehnologii* (Computing technologies), 2006, vol. 11, part 2, pp. 87–93.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 18-05-80006

Коротко об авторе

Briefly about the author

Горбатенко Лариса Вячеславовна, канд. геогр. наук, науч. сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: природопользование, водные ресурсы, водопользование, гидрологические оценки
glv@tigdvo.ru

Larisa Gorbatenko, candidate of geographical sciences, research associate, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia. Scientific interests: nature use, water resources, water using, hydrology.

Образец цитирования

Горбатенко Л. В. Оценка максимального стока рек прибрежной территории Приморского края в связи с опасностью наводнений // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 3. С. 6–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-6-15.

Gorbatenko L. Assessment of the rivers' maximum runoff in the coastal territory of Primorsky Region in the view of floods hazard // Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 3, pp. 6–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-6-15.

Статья поступила в редакцию: 21.04.2021 г.

Статья принята к публикации: 22.04.2021 г.