

ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

УДК 504.06:556.166

Т. А. Борисова

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

E-mail: tabor@binm.bsnet.ru

ОЦЕНКА РИСКА ОТ НАВОДНЕНИЙ ЗЕМЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ И СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ В БАСЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ

Ключевые слова: наводнения, риск, опасность, пораженность сельскохозяйственных земель, вероятные ущербы.

В статье рассматриваются наводнения в бассейне реки Селенги, их генетические типы, характер протекания. По предложенной методике выполнена оценка риска земельным ресурсам и сельскому хозяйству: рассчитаны временные потери земель при наводнениях, предполагаемые ущербы и выявлен уровень сельскохозяйственного риска (пораженности сельскохозяйственных земель).

T. Borisova

Baikal institute of nature management SB RAS, Ulan-Ude

ESTIMATION OF RISK FROM FLOODING TO GROUND RESOURCES AND AGRICULTURE IN SELENGA RIVER BASIN

Key words: flooding, risk, danger, farmlands susceptibility, probable damages.

In the article flooding in the Selenga river basin, their genetic types, character of course are considered. By the offered technique the risk estimation to ground resources and agriculture is executed: time losses of the grounds at flooding, prospective damages are calculated and level of agricultural risk (farmlands susceptibility) is revealed.

Введение. В связи с ростом стихийных бедствий и негативных социально-экономических последствий в мире на первый план вышли проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития территорий. Одним из наиболее перспективных инструментов их решения является изучение опасных

природных процессов и явлений с позиций риска.

Объективно, наводнения в мире являются одним из наиболее распространенных видов стихийных бедствий (32%), несущие значительный ущерб [6]. По данным Всемирной метеорологической организации, только в 2002 г. более 80 стран

подверглись наводнениям, в результате которых площадь затопления превысила 8 млн. км², 17 млн. человек лишились крова, около 3 тыс. погибли, общий ущерб составил более 30 млрд. долларов [4,6].

На территории России более 700 городов, несколько тысяч сельских населенных пунктов, около 500 тыс. га земель, в том числе сельскохозяйственных угодий, расположены в потенциально опасных зонах. Величина ущерба в год оценивается 3,25 млрд. долларов [4].

Бассейн реки Селенги – наиболее густонаселенная и хозяйственно освоенная часть республики с высокой вероятностью наводнений. В прошлом столетии произошло 6 крупнейших наводнений: 02.07.1908; 11.08.1932; 11.06.1936; 05.08.1940; 05.08.1971; 29.07.1973 и ряд значительных – 1931, 1938, 1942 и 1990-е годы. Наносимые ущербы колоссальны: в 1971 г. составили 1,4 млрд. руб., 1973 г. – 0,7 млрд. руб., 1993 – 40 млрд. руб.

Актуальность рассмотрения данной темы подтверждается исторически сложившейся тенденцией освоения и заселения территории возле рек, где большинство сенокосов и часть пастбищ, пашен, ряд населенных пунктов находятся на пойменных участках, периодически подвергаемых затоплениям.

Таким образом, для принятия конструктивных управленческих решений, направленных на снижение последствий, прогнозирования возможных потерь требуется проведение анализа-оценки риска от наводнений в бассейне Селенги.

Следует отметить, что благоприятные природные условия, по сравнению с остальной территорией, обусловили интенсивное сельскохозяйственное использование земель. По данным Государственного комитета земельных ресурсов сельскохозяйственные земли составляют 2168,6 тыс. га, или 18,2 % общего земельного фонда бассейна р. Селенги. В целом же по республике данная категория земель занимает 10,6 %. Они приурочены к горным склонам и долинам рек: горные степи, лесостепи и поймы рек используются под пастбища, степи межгорных по-

нижений в основном распаханы, сенокосы в большинстве примыкают к поймам рек. В структуре сельскохозяйственных угодий высокий удельный вес имеют пастбища – 1193,2 тыс. га, под которые используется 55,0% сельскохозяйственных площадей. Пашни занимают 666,9 тыс. га и 255,6 тыс. га – сенокосы.

Материалы и методика исследования. Оценка риска от наводнений земельным ресурсам и сельскому хозяйству проведена на основании содержательного анализа собранной информации и фондовых материалов многолетних (1936-2008 гг.) наблюдений по 17 гидрологическим постам (г.п.) за уровнями воды в бассейне р. Селенги в пределах Республики Бурятия.

В исследовании риска используется *вероятностно-площадной подход*, основанный на показателях *опасности*. Основными классификационными показателями опасности являются: повторяемость (частота), интенсивность (величина), площадь распространения наводнений.

Методические приемы расчетов *показателей рисков* базируются на разработках А. Л. Рагозина через параметр *уязвимости* для определения *удельного физического риска*, используемого при картографировании и выявлении уровня пораженности земель разных категорий. Расчет *физического риска* служит основой для оценки экономического риска (предполагаемых сельскохозяйственных потерь) [2,5].

Результаты исследований и их обсуждение. Определяющими факторами, ведущими к формированию наводнений в бассейне, являются: циклоническая деятельность второй половины лета, обуславливающая выпадение дождей обложного или ливневого характера, достаточное количество снежных осадков, накапливаемых в горах Прибайкалья зимой, горно-котловинный рельеф, а также антропогенная нарушенность отдельных участков русел.

Анализ повторяемости по генезису формирования наводнений свидетельствует о преобладании на реках бассей-

на р. Селенги паводковых наводнений (61–90 %) и незначительно – половодно-паводковых (до 10 %). Исключением является бассейн р. Уды, в котором отмечаются небольшие половодно-паводковые наводнения (31 %) за счет горных рек Курба, Она. На локальных участках рек зажимов, сужений русел природного и антропогенного характера возможны заторные наводнения: Хилок (28 %), Селенга (24 %) и крайне редко загорные – на участках интенсивного шугообразования (г. п.: р. Селенга – с. Мурзино, р. Джиды – ст. Джиды и др.).

Показатель частоты проявления $R(H)$ (случаев в год) рассчитан как отношение числа лет с наводнениями к числу лет рассматриваемого периода. Рассмотрение данного показателя свидетельствует, что превышение уровня воды в реках бассейна - выхода воды на пойму – варьирует от 0,1-0,9, но лишь для отдельных гидрологических постов достигает 0,8-0,9. Превышение второго критического уровня, при котором затопливается низкая, частично высокая пойма и подвергаются преимущественно сельскохозяйственные земли, отдельные хозяйственные объекты и поселения, составляет 0,08-0,4 и третьего – затопление большей части поймы с сельскохозяйственными, промышленными и другими землями, населенными пунктами, частично города Улан-Удэ и элементов инфраструктуры – 0,05-0,19 [1,7].

Сравнительный анализ повторяемости наводнений на реках бассейна показывает, что наибольшее число превышений отмечается на Джиде, Чикое, Селенге. Так, в среднем течении Селенги частота проявлений достигает 0,8-0,9, в нижнем (г. Улан-Удэ) уменьшается почти в 2 раза – 0,5 и в дельте составляет лишь 0,1. Высокий показатель имеет р. Джиды: в среднем течении – 0,9, а в нижнем – до 0,7. Повторяемость наводнений на р. Чикой составляет 0,5-0,6. На Уде наводнения регистрируются с частотой 0,2-0,44, причем высокие, только в нижнем течении и являются в основном локальными для реки. Частота развития наводнений на

р. Хилок несколько ниже (0,2-0,3), из которых высокие составляют 0,02-0,03.

Показатель величины наводнений получен как разница максимального подъема уровня воды над уровнем критическим (Нкр.) и в целом по исследуемым гидрологическим постам составляет от 30 до 437 см. Максимальные значения наиболее характерны для периода летних паводков. Исключительные подъемы, высотой слоя воды на пойме более 200 см, характерны для некоторых гидрологических постов в среднем течении рек Селенги (419), Джиды (437) и нижнем - Чикой (267), Уды (266) [1,7]. Безусловно, данный показатель очень индивидуален и непосредственно зависит от гидрологических условий и морфологии долины. Например, в среднем течении р. Селенги интенсивность наводнений достигает более 300–400 см (1936, 1971, 1973), в нижнем (г. п. Улан-Удэ) – около 200 см и дельте – только 30–40 см. На р. Уде развитие наводнений происходит несколько иначе. В среднем ее течении подъемы уровня над Нкр. относительно незначительны: максимальные 62 см (г. п. Удинск, 1991) и 127 см (г. п. Первомаевка, 1985), а в нижнем (г. п. Улан-Удэ) могут превышать 200 см (266 см, 1991). В сравнении с реками бассейна выдающаяся высота наводнений отмечается на р. Джиде. Так, в 1973 г. превышение уровня над Нкр. составило 437 см (г. п. Хамней) и 295 см (г. п. Джиды), однако за 70 лет это единственное наводнение такой силы. В нижнем течении р. Чикой максимальная высота слоя воды на пойме в большинстве случаев не превышает 200 см и лишь на участке слияния ее с Селенгой, где происходит сужение долины, она может достигать 267 см (г. п. Поворот). На р. Хилке высокие подъемы уровня менее существенны, превышение над Нкр. до 155 см, в среднем – до 100 см.

Выявление вероятных *границ затопления* осуществлено на основе рассчитанного показателя величины наводнений на топографической основе масштаба 1:100000 с использованием дистанционного метода, определение площадей

с помощью ГИС-технологий в программной среде Arc GIS. Совмещение слоя зон затопления с картой использования земель позволило выделить площади земель разных категорий. По результатам исследования установлено: затоплению подвергаются преимущественно земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов, а также промышленности (мосты, дороги, линии связи и электропередач) и незначительно – земли запаса, лесного фонда. Так, при наиболее высоких наводнениях общая площадь возможного поражения в бассейне достигает 3122,6 км², из них 236,3 тыс. га территории сельхозугодий, что составляет 3,4% территории бассейна и 9,5% площади сельхозугодий, 106 населенных пунктов и дачных поселков, в том числе г. Улан-Удэ, расположены в опасных зонах или примыкают к ним и находятся под угрозой частичного затопления и подтопления, некоторые из них защищены дамбами.

В результате сопряженного анализа показателей опасности выявлено неодинаковое протекание наводнений на реках бассейна, а также их участках: высоких и часто повторяющихся в среднем-нижнем течении р. Селенги, р. Джиды, нижнем – р. Чикой, р. Уды, однако наиболее широкомасштабных – в дельте р. Селенги и среднем течении р. Уды, где высота слоя на пойме лишь 20-50см. Для получения более объективных результатов, не нарушая бассейновый подход, проведено ранжирование территории и выделены 20 участков (таксонов) с характерными для них показателями опасности.

В зависимости от величины наводнений рассмотрены три сценария развития наводнений. К первому отнесены наиболее высокие наводнения (большие-катастрофические) более 200 см, их повторяемость составляет 0,02–0,1; ко второму варианту – большие-средние, с высотой слоя от 100 до 200 см, частотой 0,06–0,2 и к третьему – средние-небольшие, но выше 40 см и повторяемостью от 0,23 до 0,39. Для каждого сценария в программной среде Arc GIS получены площади затопления. В результате исследования

сформирована база данных необходимых показателей опасности, являющаяся информационной основой для дальнейших оценочных операций, расчетов и выявления уровня риска [7].

Физический риск или фактические потери в год от проявления опасного процесса и явления определен как: $R(f)=S(H) \times P(H)$, где $S(H)$ – площадь поражения опасностью, $P(H)$ – частота возникновения опасности. Расчеты показывают, что временные потери земель от наводнений в целом по бассейну в Республике Бурятия достигают 480,6 км²/год, из них значительны непосредственно на р. Селенге – 232,9 км²/год и на реках Уде – 90,4, Чикой – 69,1 и Джиде – 71,3 км²/год. Потери сельскохозяйственных земель составляют 35,9 тыс. га/год, в том числе существенно подвергаются затоплению земли наиболее хозяйственно освоенных территорий центральной и южной части бассейна.

Экономический риск (предполагаемые потери) рассчитан по формуле: $R(e)=R(f) \times p(e)$, где $R(f)$ – физический риск; $p(e)$ – средняя стоимость сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га). В работе использованы средние экономические оценки одного гектара сельскохозяйственных угодий, выполненные научным сотрудником БИП СО РАН А.И. Литвинцевой, определения комплексного ущерба при подтоплении [3]. С учетом коэффициента дефляции на 2010 г. средняя оценка пашни составила 113,1 тыс. руб.; сенокосов – 22,1; пастбищ – 9,7 тыс. руб. При оценке учтены прямые потери, полная стоимость сельскохозяйственных работ, восстановительные мероприятия.

Исследование показало, что при трех сценариях поражается 2,7 тыс. га/год пашни, 11,4 тыс. га/год сенокосов и 22,4 тыс. га/год пастбищ. Отсюда ущерб, наносимый земельным ресурсам и сельскохозяйственной отрасли от наводнений, в целом составляет 928,4 млн. руб./год. Большие потери выявлены непосредственно от Селенги – 336,5 млн. руб./год, также Уды – 257,7, нижнего течения Чикой – 159,1 млн. руб./год (рис. 1).

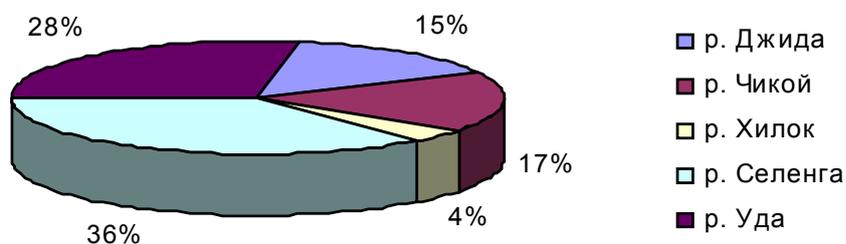


Рисунок 1 – Доля прямых экономических потерь сельскому хозяйству на реках бассейна Селенги

Удельный физический риск – удельные потери с единицы площади в пределах оцениваемой территории за единицу времени: $R(sf) = P(H) \times V(H)$, где $P(H)$ - частота возникновения опасности, $V(H) = S(H) / S(T)$ - уязвимость территории или объекта в результате поражения опасностью (H), где $S(H)$ – площадь поражения опасностью, $S(T)$ – общая площадь оцениваемой территории.

По результатам данного показателя проведено ранжирование территории и

разработан ряд карт пораженности бассейна р. Селенги. Так, карта пораженности земель всех категорий (рис. 2) свидетельствует, что очень высоким уровнем риска обладает территория дельты Селенги (2.5) в результате значительной площади затопления, высоким – участки нижнего течения рек Джиды (1.3), Чикоя (5.3), среднего – Селенги (2.1) вследствие частой повторяемости и большой величины наводнений; остальные имеют средний и низкий уровень риска.

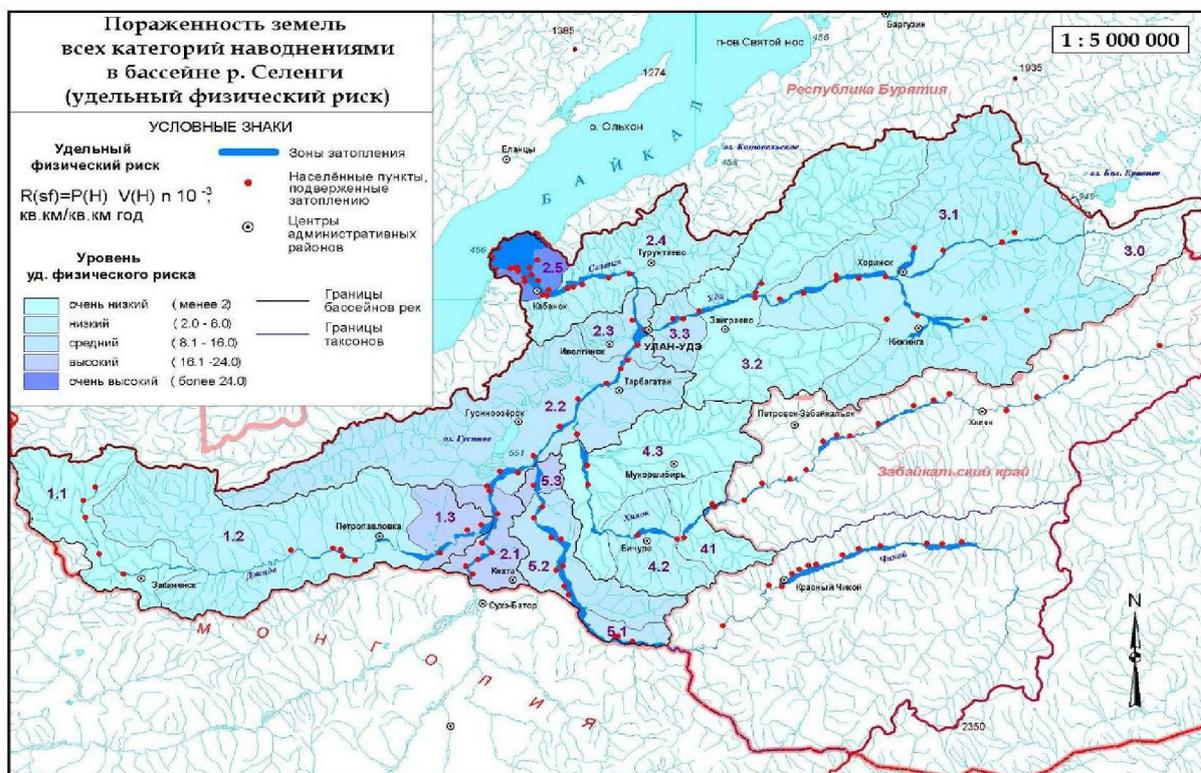


Рисунок 2 – Карта пораженности территории бассейна р. Селенги наводнениями

Карта пораженности сельскохозяйственных земель (рис. 3) показывает высокую подверженность угодий в нижнем течении рек Уды, Чикой, среднем и нижнем – р. Селенги и ее дельты в связи с интенсивным использованием пойменных

территорий, что дает основание необходимости проведения первоочередных мероприятий, направленных на снижение последствий и уровня риска от наводнений в пределах этих участков бассейна Селенги.

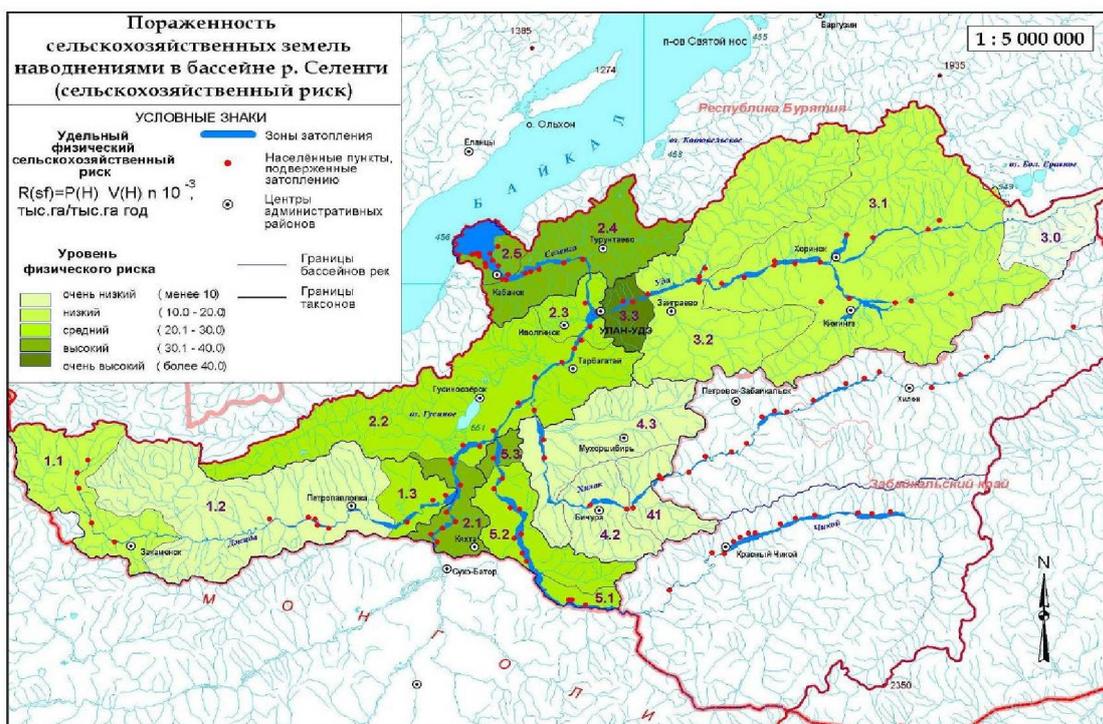


Рисунок 3 – Пораженность наводнениями сельскохозяйственных земель территории бассейна р. Селенги

Заключение. Таким образом, проведенное исследование, основанное на вероятностно-площадном подходе по показателям опасности, позволило объективно определить возможные потери, выявить уровень риска.

Разработанные в процессе исследования прогнозные сценарии, рассчитанные показатели рисков, составленные карты пораженности сельскохозяйственных земель наводнениями, расчеты возможных ущербов – основная необходимая информационная база и объективный инструмент для управления и дальнейшей организации хозяйственного освоения территории бассейна, при разработке программ и мероприятий по снижению уровня риска.

Созданная геоинформационная система по наводнениям на базе пакета ARC GIS дает возможность дальнейшего более детального изучения наводнений и оценок риска отдельных проблемных участков бассейна.

Библиографический список

1. Борисова Т. А. Оценка опасности наводнений на территории Прибайкалья и Забайкалья (на примере Республики Бурятия)

// Экология и безопасность жизнедеятельности: мат-лы VIII междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – С. 42–44.

2. Борисова Т. А. Теоретико-методические подходы к исследованию природно-антропогенных рисков на Байкальской природной территории //Безопасность жизнедеятельности. – М.: Изд-во «Новые технологии», 2010. – № 2. – С. 40–45.

3. Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал /А. А. Атутов, Н. М. Пронин, А. К. Тулохонов и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 280 с.

4. Природные опасности России. Тем. т. 5. Гидрометеорологические опасности /Под ред. Г. С. Голицына, А. А. Васильева. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2002. – 348 с.

5. Природные опасности России. Тем. т. 6. Оценка и управление природными рисками /Под ред. А. Л. Рагозина. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с.

6. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI //Вест. РАН. – 2001. – Т. 71. – № 4. – С. 291–302.

7. Borisova T. A. Flooding on the Selenga river and their consequences /T. Borisova, A. Beshentsev //International conference: Natural Resources and sustainable development in surrounding regions of the Mongolian Plateau. – Mongolia: Ulaanbaatar, 2010. – P. 39–45.