

ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ЦИФРОВОЕ ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

М.А.Алагуджаева¹, С.Р.Садвакасова*² к.г.н., Б.Б.Елбасиева², А.А.Аимбетов¹

¹АО «Қазақстан Ғарыш Сапары», Астана, Қазақстан

²Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Қазақстан

E-mail: saltik81@mail.ru

В исследовании приведены результаты оценки пространственного распределения наводнений, прогнозирования и моделирования зон затоплений территорий, оказывающихся под водой, в результате изменения гидрологического состояния водных объектов.

Ключевые слова: Экстремальные гидрологические явления, паводок, частота повторяемости наводнений, противопаводковые мероприятия, космические снимки, управление наводнениями

Поступила: 15.11.23

DOI: 10.54668/2789-6323-2023-111-4-74-84

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на принимаемые меры, проблема прогнозирования и моделирования природных и техногенных катастроф в настоящее время является одной из самых важных и актуальных. В частности, опасность возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением территорий, остается очень высокой, продолжает увеличиваться количество пострадавших и экономический ущерб от наводнений (Красногорская Н.Н. и др., 2012).

В настоящее время без средств автоматизации не достичь высокого качества и скорости выполнения работ по моделированию и прогнозированию природных процессов и явлений, а также связанных с ними чрезвычайных ситуаций. В связи с развитием информационных технологий наступил период, когда нужно решать комплексные задачи по управлению половодьями и паводками для защиты населения и объектов экономики от наводнений с интеграцией разнородных информационных ресурсов из различных источников на основе общего, системного принципа. Идеально отвечают такой потребности геоинформационные системы (ГИС). ГИС, с одной стороны, родственны системам управления базами данных (СУБД), а с другой – графическим пакетом, прежде всего системам автоматизированного

проектирования (САПР). Они позволяют привязывать базы данных к графическим объектам, то есть данные к пространственному положению объектов. А задачи, связанные с прогнозированием и оценкой последствий чрезвычайных ситуаций, требуют именно такого подхода (Семенов В.А. и др., 2010).

Целью данного исследования является обеспечение безопасности от воздействия экстремальных гидрологических явлений территории Северного Казахстана.

1. Для обработки значительного объема информации о пространственно-распределенных объектах в период динамически изменяющейся паводковой ситуации и последующего оперативного принятия противопаводковых мер необходимо автоматизировать процесс расчета параметров зон затоплений. Однако ограниченное число гидрологических постов и недостаточное качество информации о водных объектах и рельефе местности снижает достоверность оценок текущей и прогнозируемой паводковой ситуации на всей территории страны в целом. Ввиду этого более полезными оказываются космические системы наблюдения, способные предоставлять оптические и радиолокационные космические снимки с фактическими изображениями зон затопления в оперативном режиме с высоким пространственным разрешением. Указанное обстоятельство повышает оперативность и адекватность

предпринимаемых мер по снижению вредного воздействия паводковой ситуации на промышленность (Авакян А.Б. и др., 2012).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика прогнозного цифрового моделирования состоит из нескольких этапов:

1) Подготовлены исходные данные, такие как, высокодетальная цифровая модель рельефа с пространственным разрешением 5 метров и 0,5 метров, ЦМР SRTM с разрешением 30 м на пиксель, а также цифровая модель рельефа на основе изолиний, отметок высот масштаба 1:25000, топографической съемки и результатов полевых исследований в частности батиметрии с разрешением 10 м на пиксель и гидротехнических сооружений. Определена линия водораздела, площадь водосбора и сухие русла временных водотоков, питающие основное русло исследуемых рек в период паводка (Терский П.Н. и др., 2017).

2) Определены ключевые участки для гидродинамического моделирования и выполнены полевые изыскания по батиметрической съемке и обследованию гидротехнических сооружений, объектов инфраструктуры.

3) Рассчитана математическая основа моделирования, выполнены гидрологические расчеты по стоку и уровневому режиму для изученных рек в зависимости от применяемого вида моделей.

4) В ходе апробации модели по 6 сценарным прогнозам определена наиболее подходящая ЦМР для выполнения поставленной задачи. На основе цифровой модели рельефа создана модель ModelBuilder (алгоритма инструментов ArcToolbox) для автоматизации методики моделирования паводка с применением данных космической съемки, наземных батиметрических работ и геоинформационных технологий. У каждой из программ есть свои преимущества и недостатки при расчете и моделировании.

5) Рассчитана погрешность прогнозного цифрового моделирования.

Для моделирования регионов применяется бассейновый подход, Северо-Казахстанская область относится к Есильскому водохозяйственному бассейну. Для более

детального исследования каждый бассейн разделен на суббассейны. Применены методы гидрологического и гидродинамического расчета, при наличии и отсутствии материалов наблюдений (Евстигнеев В.М., 2012).

В результате выполненных работ получены модели сценариев затопления населенных пунктов от 0,1% до 25% обеспеченности на территории Северного Казахстана. Исходя из результатов полученных моделей прослеживаются определенные закономерности формирования и прохождения наводнения на территории Северного Казахстана.

В ArcGIS выполнено два метода гидрологического цифрового прогнозного моделирования русел крупных рек в створах населенных пунктов области (ключевые участки), подверженного разрушаемому воздействию экстремальных гидрологических явлений в годы 25%, 20%, 10%, 5%, 1% и 0,1% обеспеченности. Методика гидрологического моделирования основана на применении цифровых моделей рельефа высокого пространственного разрешения (0,5 метров для равнинной местности и 2,5 метров для горной местности), общераспространенной цифровой модели рельефа SRTM, высот полученных по данным гидропоста, а также пространственной модели, разработанной для прогнозирования сценариев затопления. Таким образом, моделирование в оценке точности проведено по двум видам: с применением высокодетальной ЦМР и общераспространенной ЦМР SRTM.

Необходимым условием моделирования является предварительная векторизация оси русла реки, обозначение створов в местах меандрирования русла реки, а также обозначение мест пересечения оси русла и створов с помощью точечного слоя. При этом, створы векторизовались перпендикулярно к оси русла, без пересечения между собой.

Далее в модель введены параметры входных данных гидропостов по уровню воды в годы различной водообеспеченности и запущен процесс моделирования.

По завершению процесса моделирования получены векторные изображения сценариев гидрологического цифрового прогнозного моделирования.

На основе полученных векторных данных разработаны карты гидрологического цифрового прогнозного моделирования разлива воды на ключевых участках Акмолинской, Северо-Казахстанской областей, подверженных разрушаемому воздействию экстремальных гидрологических явлений при различной степени обеспеченности.

Третий вид моделирования выполняется в специализированном программном обеспечении HEC-RAS произведено гидродинамическое цифровое прогнозное моделирование русла рек на 7 ключевых участках в створах населенных пунктов области (ключевые участки), подверженного разрушаемому воздействию экстремальных гидрологических явлений в годы 25 %, 20 %, 10 %, 5 % обеспеченности, результаты картирования представлены на рисунке 2.

Методология работ основана на построении цифровой модели речной долины с учетом гидротехнических сооружений, дамб и мостов. В работе использованы следующие исходные данные: высокодетальные цифровые модели рельефа (0,5, 1 и 2,5 метра), результаты полевого обследования по дешифрированию гидротехнических сооружений и результаты батиметрической съемки и данные по расходам воды (kazhydromet.kz) (Тертышников А.В., 2010). Основной водной артерией Северного Казахстана является река Есиль, она же и основная причина затопления населенных пунктов данного региона. Река Есиль протекает на территории двух областей: Акмолинская и Северо-Казахстанские области. По ЦМР с разрешением 2,5 метров: в общей сложности гидрологическим моделированием с применением ЦМР высокого разрешения в Акмолинской области РК охвачено 69 населенных пунктов области, расположенных вблизи рек с выраженной поймой на равнинной местности, из которых 64 города подвержены подтоплению в годы с 0,1 % обеспеченности, 48 н.п. – в годы с 1 % обеспеченностью, 33 н.п. – в годы с 5 % обеспеченностью, 28 н.п. – в годы с 10 % обеспеченностью, 13 н.п. – в годы с 20 % обеспеченностью и 10 н.п. – в годы с 25 % обеспеченности. Также, 2 города подвержены подтоплению в годы с 0,1 и 1 % обеспеченности и 1 город – в годы при

обеспеченности 5 % и 10 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В г.Астана при 20 % обеспеченности угроза затопления не значительны. При обеспеченности 10 % угроза затопления в малой степени грозить мкр Уркер, мкр Коктал и близи жд вокзала Нурлы Жол. При 5 % обеспеченности затопления мкр Уркер, мкр Коктал и близи жд. вокзала Нурлы Жол становятся значительными. При 0,1 % и 1 % обеспеченности высокая угроза затопления мкр Уркер, мкр Коктал, близи жд вокзала Нурлы Жол а также частично грозит территории близи Акорды. Ниже приведены карты затопления разными методами г.Астана при обеспеченности расходов воды от 0,1 % до 20 % (рисунок 1).

Но бывают и исключения, когда выход воды на пойму может начаться при более малых обеспеченностях, как например на реке Жабай – приток реки Есиль. В г.Атбасар, расположенный на берегу реки Жабай затопление населенного пункта происходит при 25 % обеспеченности. Причина этому плотное застройки территории долины и поймы реки. Карты моделирования стока реки Жабай в створе г. Атбасар представлены на рисунке 2.

В Северо-Казахстанской области затопления населенных пунктов часто происходят на застройках (жилые и не жилые помещения) расположенных на долине и пойменной части реки. Затопления таких населенных пунктов происходит в годы 10 % обеспеченности и выше, то есть в среднем наблюдаются раз в 10...20 лет.

На территории реки Есиль до водохранилища Сергеевка затопления населенных пунктов происходит крайне редко, при обеспеченности 0,1 % и 1 %, то есть раз 100 лет. Например, село Жанажол и Ыбыраев – Шал-акынского района.

Ниже водохранилищ Сергеевка и Петропавловск, то есть на территории Кызылжарского района затопления регулярно наблюдаются более чем в 20 населенных пунктах. Затопления наблюдаются уже при 10 %, а некоторых частях района при 20 % обеспеченности.

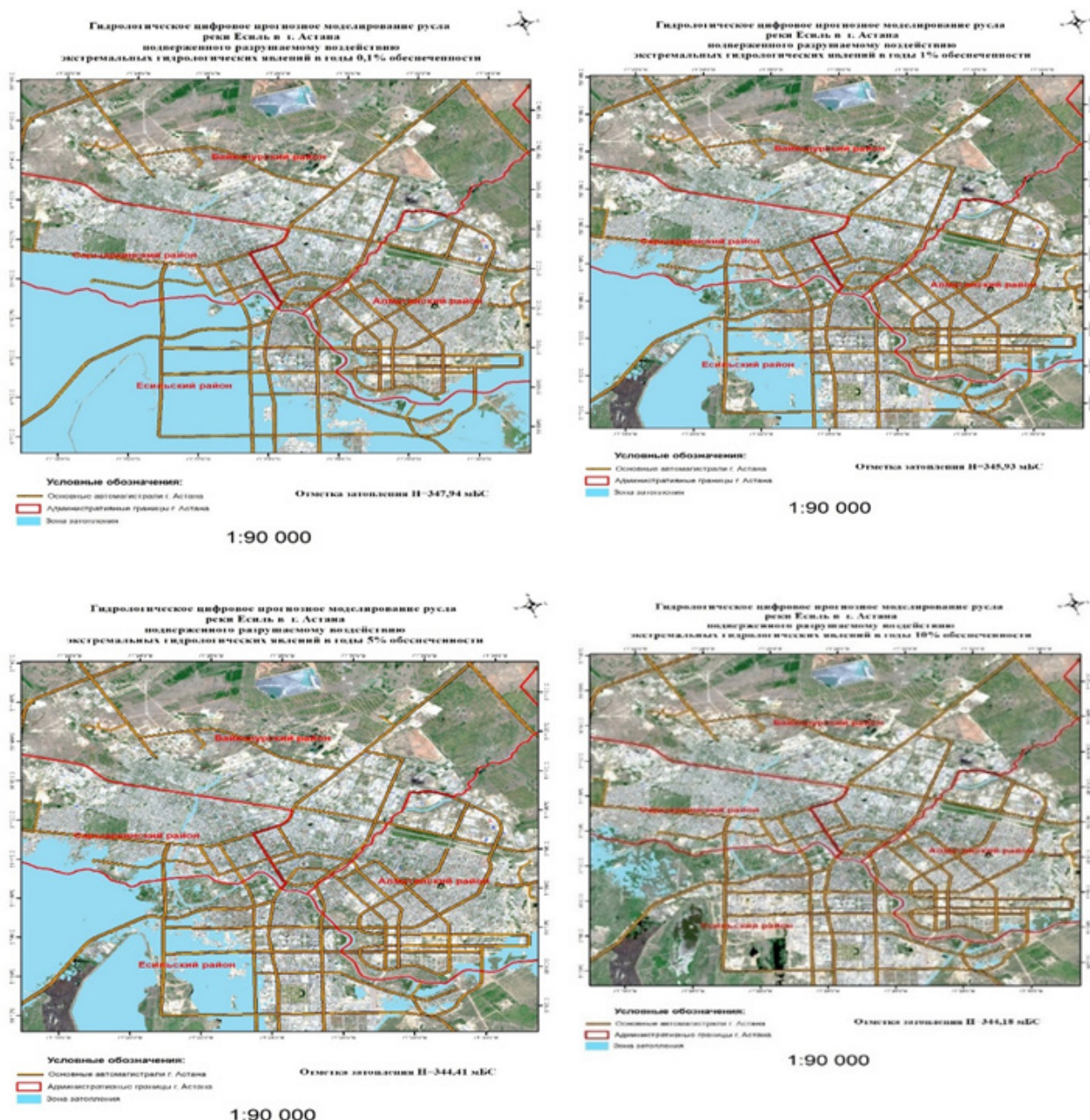


Рис.1. Карты затопления разными методами г. Астана при обеспеченности от 0,1 % до 20 %

Повторяемость таких затоплений раз в 5...10 лет.

Кроме реки Есиль затопления могут происходить на притоках, таких как реки Бабук Бурлык и Акканбурлык. К таким относятся населенные пункты Гусаковка, Карсак, Константиновка, Матвеевка, Андреевка и другие. В данных населенных пунктах затопления происходят крайне редко, при обеспеченности 0,1 % и 1 %, то есть раз 100 лет.

Затопления таких населенных пунктов происходят в годы 10% обеспеченности и выше, то есть в среднем наблюдаются раз в 10...20 лет.

В 2017 году повышение уровня воды реки Жабай на гидропосту Атбасар наблюдалась с 11 апреля. На данном участке выход воды на пойму начинается при отметке воды 276,98 м БС (при уровне 6,50 м). 14 апреля отметка воды на реке Жабай составило 277,32 м БС (6,84 м), тем самым уровень воды превысил опасную отметку, что в свою очередь привело к выходу воды на пойму. Максимальная высокая отметка наблюдалась 17 апреля отметка воды на реке Жабай составило 279,34 м БС (8,86 м). Продолжительность выхода воды

на пойму составило 8 дней (с 14 по 21 апреля).

На карте (рис.3) приведены территории затопления села Покровка за 19 апреля. Общая площадь села Покровка составляет 304.1 га, площадь затопления населенного пункта составило 21,74 га, то есть в период половодья

7,15 % от участка населенного пункта были затоплены. Причиной затопления территории населенного пункта по данным карт ДЗЗ являются повышения уровня воды в период половодья и застройки пойменной части реки Жабай.

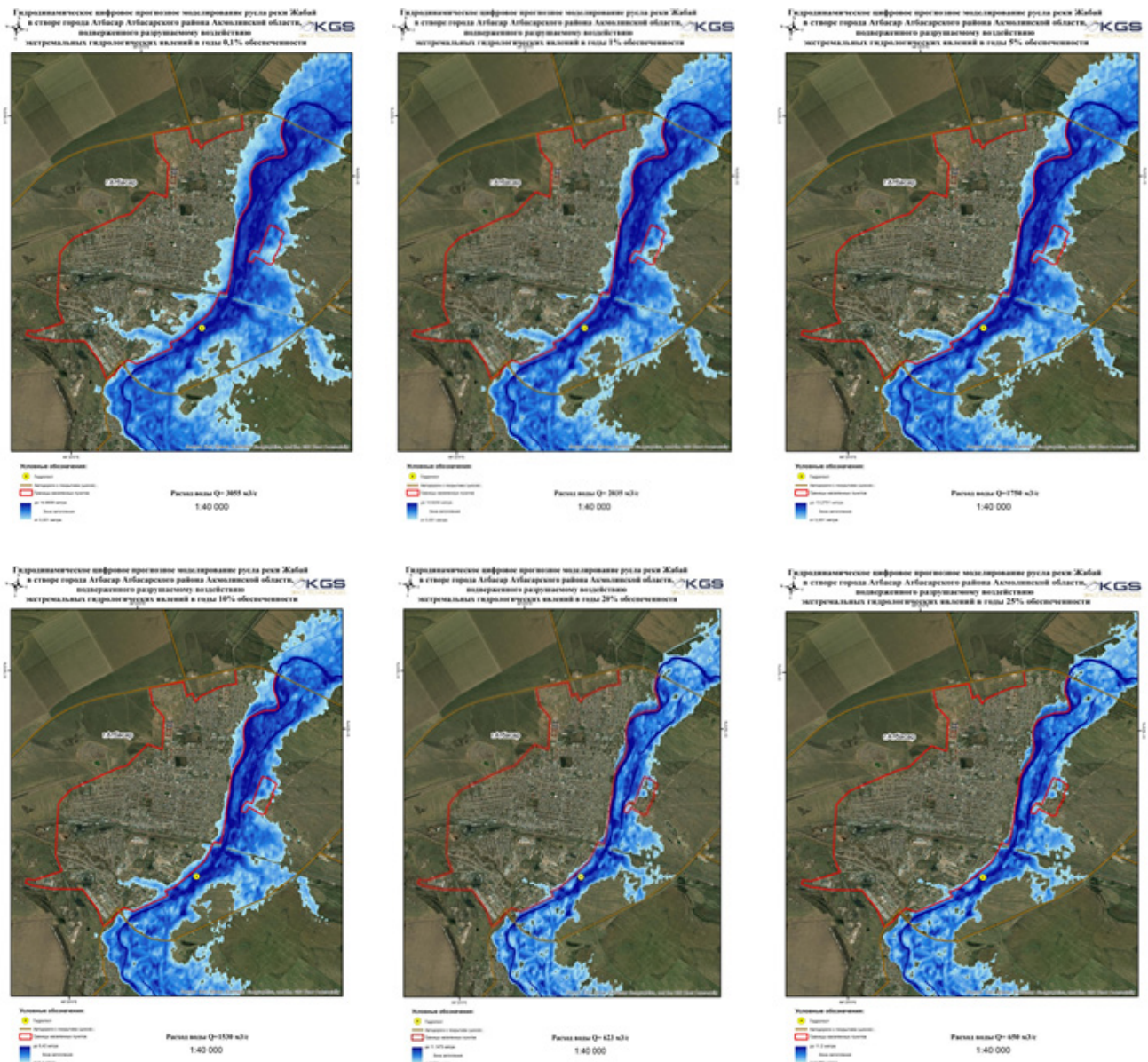


Рис.2. Прогнозное моделирование стока реки Жабай в створе г.Атбасар Акмолинской области обеспеченности от 0,1 % до 25 %

По многолетней динамике сезонного стока реки Жабай на гидропосту Балкашино заметно что начала половодья реки наблюдается в начала или середине апреля. В некоторые anomalно теплые годы за счет раннего повышения температуры воздуха начала половодья может начинаться в конце марта. Средняя продолжительность затопления составляет 1...2 суток. Повторяемость затопления (уровня

выше опасной отметки) за многолетний период наблюдения (1960...2020 гг.) на данном участке реки Жабай составило 2 раза, то есть повторяемость один раз в 30 лет. Но данная динамика повторяемости может изменяться в определенные anomalные многоводные или же маловодные годы (рисунок 4). Максимальная глубина затопления составляет 0,48 м,



Рис.3. Пространственное распределение наводнений

средняя глубина затопления за многолетний период равна 0,4 м.

На карте (рисунок 5) приведены зоны затопления села территории Ягодное за 18 апреля 2017 года. Общая площадь села Ягодное составляет 61,3 га, площадь затопления населенного пункта составило 36,66 га, то есть в период половодья 59,81 % от участка населенного пункта были затоплены. Причиной затопления территории населенного пункта по данным ДЗЗ являются повышения уровня воды в период половодья и застройки пойменной части реки Калкутан.

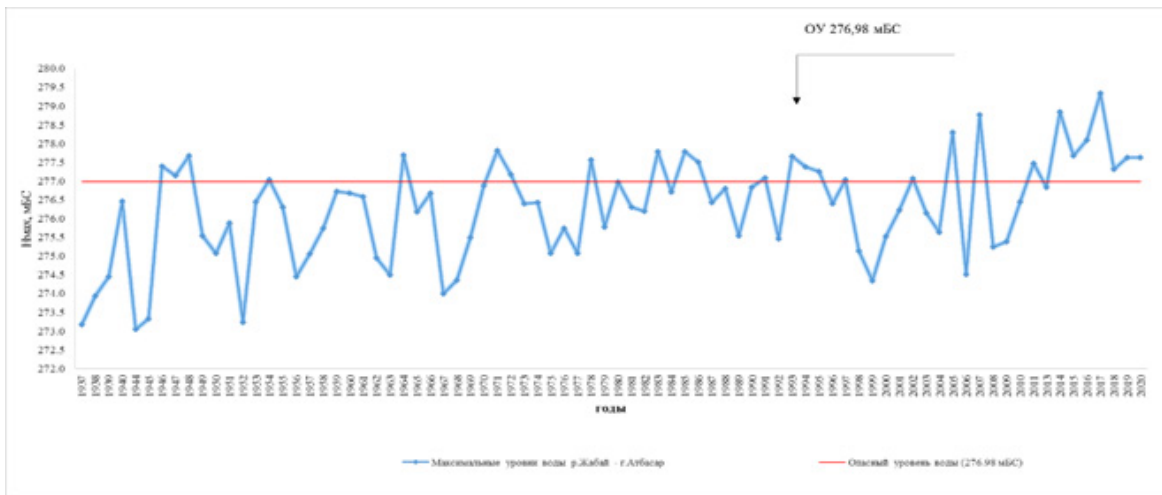
2017 году повышение уровня воды реки Есиль на гидропосту Петропавловск наблюдалась с 20 апреля. На данном участке выход воды на пойму начинается при отметке воды 94,4 м усл (при уровне 9,40 м). 21 апреля отметка воды на реке Есиль составило 94,41 м усл (9,41 м), тем самым уровень воды превысил опасную отметку, что в свою очередь привело к выходу воды на пойму. Максимально высокий уровень наблюдался 6 мая, отметка воды на реке Есиль составило 96,93 м усл

(11,93 м). Продолжительность выхода воды на пойму составило 43 дня (с 21 апреля по 2 июня).

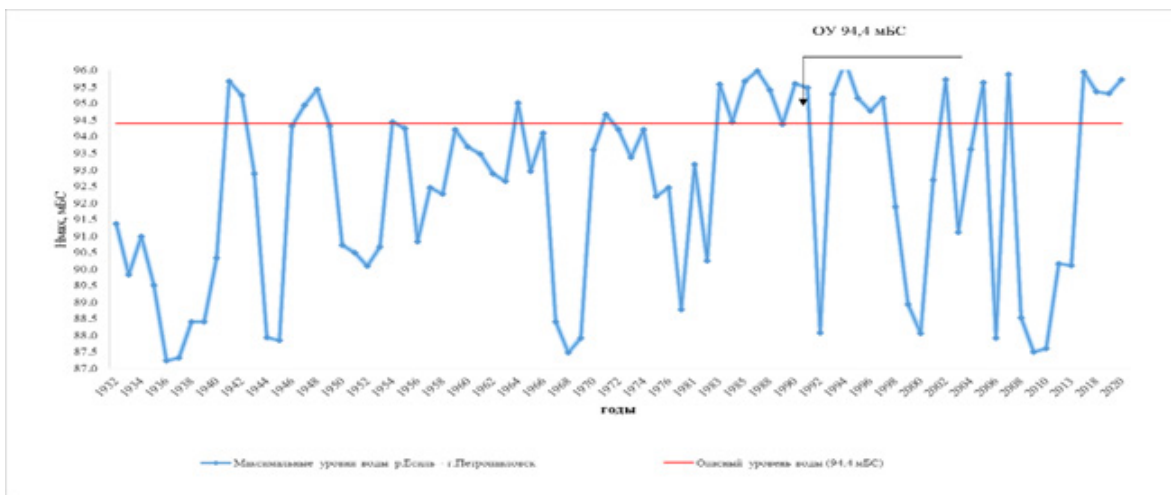
На карте приведены зона затопления территории города Петропавловск за 29 апреля 2020 года (рисунок 6). Общая площадь города Петропавловск составляет 12212,8 га, площадь затопления населенного пункта составило 1867,9 га, то есть в период половодья 15,3 % от участка населенного пункта были затоплены. Причиной затопления территории населенного пункта по данным карт ДЗЗ являются повышения уровня воды в период половодья и застройки пойменной части реки Есиль.

По многолетней динамике сезонного стока реки Есиль на гидропосту Петропавловск заметно что начала половодья реки наблюдается в третьей декаде апреля или в начале мая. В некоторые аномально теплые годы за счет раннего повышения температуры воздуха начала половодья может начинаться в середине апреля. Средняя продолжительность затопления составляет 31...32 дня. Повторяемость затопления (уровня выше опасной отметки)

Река Жабай в створе г. Атбасар



река Есиль в створе г. Петропавловск



река Есиль в створе г. Астана

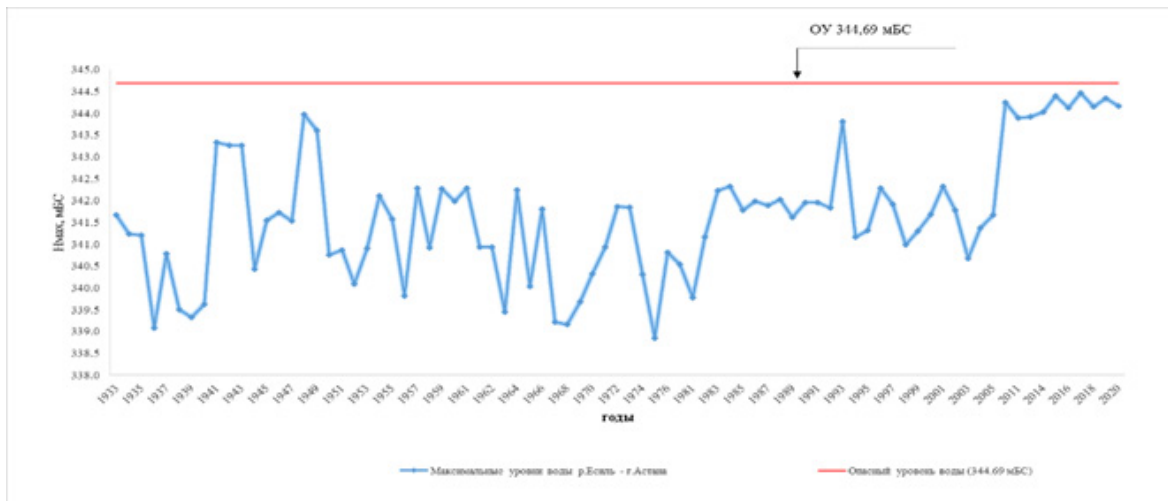


Рис.4. Динамика многолетнего максимального уровня воды на реках Есиль и Жабай

за многолетний период наблюдения (1932-2020 гг.) на данном участке реки Есиль составило 25 раз, то есть повторяемость один раз

в 4 года. Но данная динамика повторяемости может изменяться в определенные аномальные многоводные или же маловодные годы.

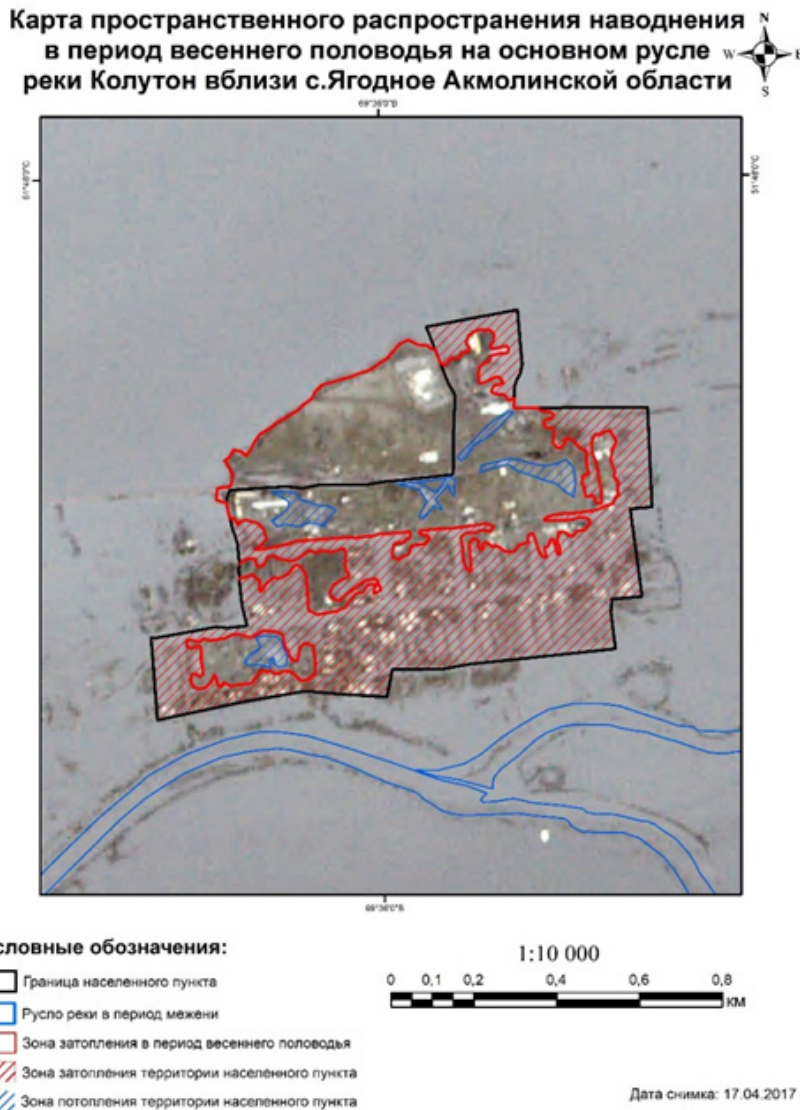


Рис.5. Пространственное распределение зоны затопления территории села Ягодное

Максимальная глубина затопления составляет 1,86 м, средняя глубина затопления за многолетний период равна 0,97 м.

В Акмолинской области у истока реки Есиль, то есть на территории от истока реки до Астанинского водохранилища и после Астанинского водохранилища наводнения населенных пунктов происходит по следующим причинам:

1. Заливаются застройки (жилые и не жилые) расположенные на старых руслах. Данные русла пересохшие или же засыпанные. В многоводные годы вода проходит руслу временных водотоков, пересыхающих в межень и затапливает населенный пункт. В виде примера можно привести село Койгельды в Аршалинском районе. Такое явление часто происходит в годы 5% и выше обе-

спеченности, которые в данном населенном пункте наблюдаются в среднем раз 20 лет.

2. Подтапливаются застройки (жилые и не жилые) расположенные на пойменной части реки. В многоводные годы во время увеличения уровня воды на реке параллельно происходит повышение грунтовых вод пойменной части реки. Так как на пойме расположены жилые или не жилые помещения их начинают топить. К таким селам относятся: Разъезд 42, Жанаесиль, Караменды батыр, Родина, Кошкарбаева и другие.

3. Ниже Астанинского водохранилища причиной затопления является высокая субурбанизация, которое наблюдается последние несколько десятилетий.



Рис.6. Пространственное распределение зоны затопления территории города Петропавловск

Застройки домов на долине и пойме реки являются наибольшей причиной затопления в периоды половодья. К таким населенным пунктам относятся: Борисовка, Караколь, Атбасар, Покровка, Самарка, Тельмана и другие. Затопления таких населенных пунктов происходит в годы 10 % обеспеченности и выше, то есть в среднем наблюдаются раз в 10 лет (Авакян и др., 1991; Терский и др., 2017; Евстигнеев, 2012).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты моделирования различных сценариев наводнения проверены на погрешность. Анализ погрешности моделирования на ключевом участке г. Атбасар, осуществлен путем сравнения прогнозной модели с фактически прошедшим паводком в годы 10 % обеспеченности и рассчитан инструментом C1ip. Анализ моделирования показал достаточно высокую точность моделирования (97,5 %) и соответственно низкую погрешность (2,5 %). Высокая точность моделирования на ключевом участке реки Жабай Акмолинской области обусловлена наличием высокоточной цифровой модели рельефа,

учетом всех гидротехнических сооружений и проведением батиметрической съемки дна, а также достаточным количеством гидропостов в регионе. По результатам расчетов, погрешность моделей не превышают 20 %, то есть качество сценариев достаточно достоверно.

Наиболее высокой зоне риска от наводнений расположен г.Петропавловск. При 25 % обеспеченности на реке Есиль в районе г.Петропавловск начинается выход воды на пойму. При 10 и 20 % обеспеченности начинают затоплять дома расположенные на окраине города. При 5 % обеспеченности и выше начинается затопления определенной части города и близко к пойме расположенных населенных пунктов, входящих в административную единицу г.Петропавловск.

Финансирование

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по заказу Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (BR 10965352).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Ферাপонтов Ю.И. Оценка и прогнозирование экстремальных гидрологических ситуаций // Современные проблемы науки и образования №39. 2012. №1. – 14 с.
2. Семенов В.А., Кобозева Г.Л., Коршунов А.А., Волков А.А., Шамин С.И. К вопросу создания информационного обеспечения оценки климатически обусловленных изменений повторяемости опасных и неблагоприятных гидрологических явлений на реках. Труды ВНИИГМИ-МЦД. В.174. 2010 г.
3. Авакян А.Б., Полюшкин А.А. /Наводнения: проблемы определения ущербов и защиты // Водные ресурсы. 1991. № 4. С. 114–125.
4. Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л. /Оценка опасности наводнений на территории РФ // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. - 2012. - № 2. - С. 29-46.
5. Терский П.Н., Фатхи М.О., Цыпленков А.С. и др. Определение границ зон затопления рек города Москвы. Геориск. – 2017. - №3.- С. 20–29.
6. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. Учебно-методические материалы по направлению 021600-Гидрометеорология. – МАКС Пресс, М, 2012. - С. 247–264.
7. Тертышников А.В. Оперативный космический мониторинг ЧС: история, состояние и перспективы. / А.В. Тертышников, А.А. Кучейко // Земля из космоса. №4. 2010. - С. 7-10.

REFERENCES

1. Krasnogorskaya N.N., Nafikova E.V., Ferapontov Yu.I. Assessment and forecasting of extreme hydrological situations // Modern problems of science and education №39. 2012. №1. – 14 S.
2. Semenov V.A., Kobozeva G.L., Korshunov A.A., Volkov A.A., Shamin S.I. On the issue of creating information support for assessing climate-related changes in the recurrence of dangerous and adverse hydrological phenomena on rivers. Proceedings of VNIIGMI-ICD. V.174. 2010
3. Avakian A.B., Polyushkin A.A. /Floods: problems of damage determination and protection // Water resources. 1991. No. 4. pp. 114-125.
4. Gladkevich G.I., Tersky P.N., Frolova N.L. / Assessment of flood danger in the territory of the Russian Federation // Water management in Russia: problems, technologies, management. - 2012. - No. 2. - pp. 29-46.
5. Tersky P.N., Fathi M.O., Tsyplenkov A.S. et al. /Defining the boundaries of the flood zones of the rivers of the city of Moscow // Georisk. - 2017. - No. 3. - pp. 20-29.
6. Evstigneev V.M./ River flow and hydrological calculations//Educational and methodological materials in the direction 021600. - Hydrometeorology. - MAKS-Press M, 2012. - pp. 247-264.
7. Tertyshnikov A.V. Operational space monitoring of emergencies: history, state and prospects. /A.V. Tertyshnikov, A.A. Kuceyko // Earth from space. No.4. 2010. pp. 7-10.

РЕЛЬЕФТІҢ ЖОҒАРЫ ЕГЖЕЙ ТЕГЖЕЙЛІ ЦИФРЛЫҚ МОДЕЛІ НЕГІЗІНДЕ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНЫҢ СУ БАСУ АЙМАҚТАРЫН ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЦИФРЛЫҚ БОЛЖАМДЫ МОДЕЛЬДЕУ

М.А.Алагуджаева¹, С.Р.Садвакасова*² геогр.ғылым.канд., Б.Б.Елбасиева², А.А. Аимбетов¹

¹ «Қазақстан Ғарыш Сапары» АҚ, Астана, Қазақстан

²Л.Н.Гумилев атын. Еуразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: saltik81@mail.ru

Зерттеу су объектілерінің гидрологиялық жағдайының өзгеруі нәтижесінде су астындағы аумақтардың су басу аймақтарын болжау және модельдеу, су тасқынының кеңістіктік таралуын бағалау нәтижелерін ұсынады.

Түйін сөздер: төтенше гидрологиялық оқиғалар, су тасқыны, су тасқынының жиілігі, су тасқынына қарсы шаралар, спутниктік суреттер, су тасқынын басқару

HYDROLOGICAL DIGITAL PREDICTIVE MODELING OF FLOOD ZONES IN THE TERRITORY OF NORTHERN KAZAKHSTAN BASED ON A HIGHLY DETAILED DIGITAL RELIEF MODEL

М.А. Alagudzhaeva¹, S.R. Sadvakassova*² candidate of the geographical sciences, B.B. Yelbasieva², A.A. Aimbetov¹

¹ JSC «Kazakhstan Space Travel», Astana, Kazakhstan

² Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

E-mail: saltik81@mail.ru

The study presents the results of assessing the spatial distribution of floods, forecasting and modeling flood zones of territories under water as a result of changes in the hydrological state of water bodies.

Key words: Extreme hydrological events, flood, flood frequency, flood control measures, satellite imagery, flood management

Сведения об авторах/Авторлар туралы мәліметтер/Information about authors:

М.А.Алагуджаева – PhD, Ведущий инженер, АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», г. Астана, пр.Туран, 89, manira_ter@mail.ru

С.Р.Садвакасова – к.ғ.н., и.о.доцента, ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, г.Астана, ул.К.Мунайтпасова 13, saltik81@mail.ru

Б.Б.Елбасиева – старший преподаватель ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, г.Астана, ул.К.Мунайтпасова 13, baljan_2303@mail.ru

Аимбетов А.А. – Председатель, АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», г. Астана, пр.Туран, 89, kense@gharysh.kz

М.А.Алагуджаева – PhD, «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК» АҚ, Астана қ., Тұран даң, 89, manira_ter@mail.ru

С.Р.Садвакасова – ғ.ғ.к., доцент м.а., Л.Н.Гумилев ат. ЕҰУ, Астана қ., Қ.Мұнайтпасов к., 13., saltik81@mail.ru

Б.Б.Елбасиева – аға оқытушы, Л.Н.Гумилев ат. ЕҰУ, Астана қ., Қ.Мұнайтпасов к., 13, baljan_2303@mail.ru

Аимбетов А.А. – Төраға, «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК» АҚ, Астана қ., Тұран даң, 89, kense@gharysh.kz

M.A. Alagudzhaeva - Ph.D., JSC «Kazakhstan Space Travel», Astana, Turan Ave., 89, manira_ter@mail.ru

S.R. Sadvakassova - Ph.D., acting associate professor, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, 13 K.Munaitpasova street, saltik81@mail.ru

B.B. Yelbasieva - Senior Lecturer, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, 13 K. Munaitpasova street, baljan_2303@mail.ru

Aimbetov A.A. – Chairman, JSC «Kazakhstan Space Travel», Astana, Turan Ave., 89, kense@gharysh.kz