

**Д.К. Шугулова<sup>1\*</sup>, Г.З. Мажитова<sup>2</sup>, К.М. Джаналеева**<sup>1</sup>НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан<sup>2</sup>НАО «Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева», Петропавловск, Казахстан(Email <sup>2</sup>[mazhitova\\_gulnur@mail.ru](mailto:mazhitova_gulnur@mail.ru), [dzhanaleeva\\_km@enu.kz](mailto:dzhanaleeva_km@enu.kz))

\*Автор для корреспонденции: 9970766@mail.ru

**Определение подтопленных территорий с использованием гис-моделирования гидрологических процессов**

**Аннотация.** Проведено исследование методики геоинформационного моделирования подтопляемых территорий речной долины. Создана анимационная ГИС-модель затопления исследуемого объекта - участок долины р. Есиль близ г. Петропавловска (Северо-Казахстанская область), что подвергается ежегодным интенсивным затоплениям. Моделирование сценария производилось на основе гидрологических характеристик, информации об уровнях поднятия воды за определенный период, а также данных о рельефе с использованием инструментариев ArcGIS ArcScene. Использованные методы - сравнительно-географический, картографический, наблюдение, полевые методы, ГИС-технологии. Исследование состоит из нескольких этапов, которые включают следующие задачи: сбор и обобщение аналитических данных о гидрологическом режиме, весеннем половодье, паводковых явлениях на р. Есиль, создание цифровой модели рельефа по данным SRTM, создание прогнозной модели затопления вблизи г. Петропавловска. Полученные результаты могут быть полезны для планирования и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с паводковыми явлениями на реке.

**Ключевые слова:** моделирование, ГИС, данные дистанционного зондирования Земли, цифровая модель рельефа, долина реки, затопление.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2022-139-2-72-79>**Введение**

Река Есиль – основная водная артерия Северо-Казахстанской и Акмолинской областей, площадь Есильского речного бассейна 177 тыс. км<sup>2</sup>, на территории нашей республики – 113 тыс. км<sup>2</sup>. Исток находится в горах Нияз, в верхнем течении река протекает по узкой долине в северо-западном и западном направлении, ниже г.Астана происходит расширение долины на юго-запад, далее на север (перед г. Державинск) и северо-восток (г.Петропавловск). Питание реки Есиль снеговое. Замерзание начинается в начале ноября, вскрытие реки в апреле-мае. Максимальный уровень поднятия воды в период весеннего половодья приходится на май-июнь. В нижнем течении река в этот период разливается до 15 км. Средний расход у г. Петропавловска за 1975-2019 гг. – 60.0 м<sup>3</sup>/сек, наибольший 2420 м<sup>3</sup>/сек за 2017 г. Основные притоки – Колутоң, Жабай, Аккан-бурлук (правые). На реке расположены Вячеславское и Сергеевское водохранилища. Воды используются в основном для водоснабжения и орошения [1, 11]. Интенсивное таяние снежного покрова в весенний период нередко служит причиной паводковых явлений на реке, затопления прилегающих к долине территорий. Процессы затопления в виде половодий и паводков наносят значительный экономический ущерб. В период таких чрезвычайных ситуаций происходят повреждение и разрушение жилых и производственных зданий и сооружений, объектов инфраструктуры, затопление и подтопление сельскохозяйственных угодий, приводящие к гибели посевов, возникает угроза домашним животным, а главное – здоровью и жизни населения, проживающих вблизи реки [12].

Для предупреждения чрезвычайных явлений на р. Есиль располагается система гидропостов, предназначенных для осуществления наблюдений за гидрологическими,

гидрохимическими характеристиками и параметрами реки. Однако для более детального изучения, оценки и точного прогнозирования паводковых явлений их количество является недостаточным. Имеющиеся материалы недостаточны для определения зон возможного затопления, решения практических задач. Это затрудняет своевременное выполнение соответствующих работ по предупреждению паводковых явлений, снижает их эффективность.

Актуальность исследования связана со значительной хозяйственной освоенностью и заселенностью долины р. Есиль и прилегающих к ней территорий. Здесь располагается множество населенных пунктов, областной центр – г. Петропавловск, сельскохозяйственные угодья.

Цель исследования заключалась в определении участков затопления паводковыми водами посредством моделирования на основе материалов ДДЗ в ГИС-среде на примере р. Есиль.

### Материалы и методы исследования

В основу методологической базы исследования легли публикации теоретического и практического характера по геоинформационному картографированию. Особое внимание уделено изучению опыта и результатов исследований по картографированию и геоинформационному моделированию рельефа и его параметров для решения практических задач. Среди них следует назвать труды следующих авторов: А.М. Берлянта, К.А. Салищева, И.К. Лурье, В.С. Тикунова, Т.В. Верещака, А.В. Кошкарёва, С.В. Пьянкова, В.П. Ступина, Т. Хенгла (T.Hengl), I.S. Evans и др.

В ходе исследования привлечены литературные, фондовые и архивные данные, материалы гидрологических наблюдений филиала РГП «Казгидромет» по СКО, топографические карты, схемы территориального (сельскохозяйственного) землеустройства, материалы, полученные в процессе полевых и камеральных работ, выполненные в период 2019-2022 гг., обследования зон периодического затопления на местности, социологического опроса жителей населенных пунктов, расположенных в долине р. Есиль.

При моделировании паводковых явлений (или половодий) и вызванными ими затоплений необходимы не только гидрологические характеристики, информация об уровнях поднятия воды, но и точные данные о рельефе местности. В качестве исходных данных для детального изучения и картографирования рельефа исследуемой территории использованы материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, 2000), имеющиеся в открытом доступе. Данные SRTM представляют собой материалы радарной топографической съемки с разрешением порядка 90 метров (3 угловые секунды) [13]. Для выполнения картографических работ выбран участок N50, охватывающий пойму р. Есиль.

В исследовании использованы методы: сравнительно-географический, картографический, наблюдение, полевые методы, ГИС-технологии.

Картографирование и моделирование рельефа выполнялось с использованием программного обеспечения ArcGIS 10.4 (ESRI Inc.). Данный программный продукт характеризуется широким набором инструментов и модулей, функциональные возможности которых позволяют выполнять различные операции не только для картографирования, разработки различных карт, пространственного анализа, но и моделировать процессы и явления, осуществлять прогнозирование [3, 5, 8, 10].

Детальное исследование выполнялось на примере двух ключевых участков, расположенных в нижнем течении р. Есиль. Данные участки относятся к зоне потенциального паводкового подтопления. Ключевой участок 1 – пригородный поселок Заречный, ключевой участок 2 – Подгора, один из районов г. Петропавловска. Площадь ключевых участков составила 105 га и 52 га, соответственно.

Исследование включало ряд этапов, в ходе выполнения которых решались следующие задачи: сбор и обобщение аналитических данных о гидрологическом режиме, весеннем половодье, паводковых явлениях на р. Есиль, создание цифровой модели рельефа по данным SRTM, создание прогнозной модели затопления вблизи г. Петропавловска.

На начальном этапе для составления исходной характеристики территории проведен сопряженный анализ природных компонентов долины р. Есиль, особое внимание уделено гидрологическим характеристикам. Основной этап работы заключался в приведении материалов ДДЗ в требуемую картографическую проекцию, их дешифрировании. Дешифрирование снимков осуществлялось вручную посредством структурно-геоморфологического метода (СГМ). По материалам SRTM получены ортофотоплан, матрицы высот местности. На их основе разработана цифровая модель рельефа (ЦМР), карта пластики рельефа и 3D-модель исследуемой территории. Достоверность полученной ЦМР была повышена путем корректировки и улучшения при помощи инструмента «Заполнение». Исходные данные по рельефу долины построены изогипсами в векторном виде, шаг горизонталей составляет 5 м (рис. 1).

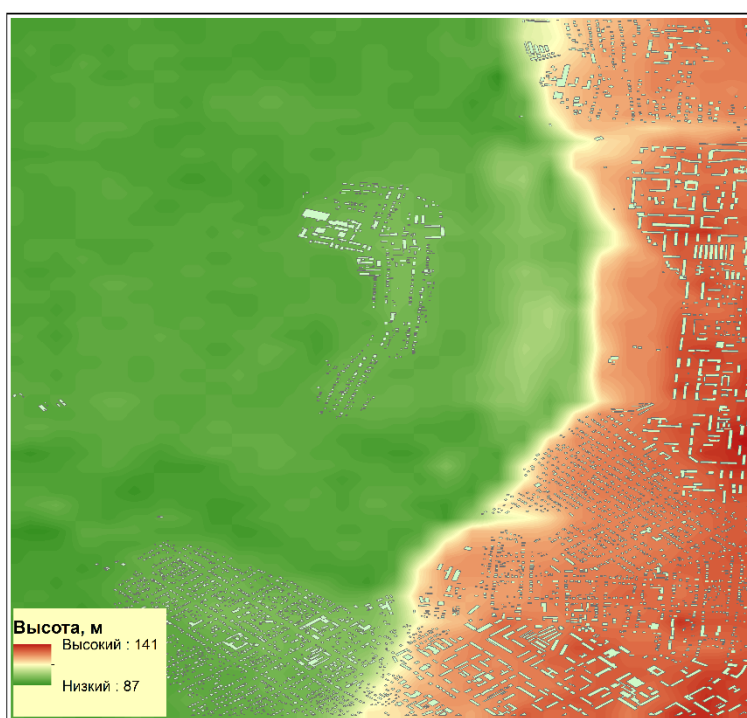


Рисунок 1. Цифровая модель рельефа поймы р. Есиль вблизи г. Петропавловск

Одним из направлений применения современных средств ГИС-технологий, материалов ДДЗ, имеющих важное практическое значение, является их использование при построении и обработке ЦМР и геоинформационном моделировании зон затопления при паводковых явлениях. Основным способом определения зон затопления в период паводков и половодий в ГИС является построение наклонных поверхностей. Данные поверхности позволяют наиболее близко определить зеркало или уровень возможного поднятия уровня воды. Далее определяются линии пересечения этих поверхностей с цифровой моделью местности, позволяющие выделить и оконтурить зоны подтопления [2, 4, 6, 7, 9]. Выделение контуров зон затопления производилось с использованием инструментария программной оболочки ArcScene путем наложения слоя воды на карту рельефа.

С помощью функционала ГИС в ArcScene на основе карты уклонов получена трехмерная модель затопления ключевых участков, которая визуализирована и представлена в виде анимации (рис. 2).

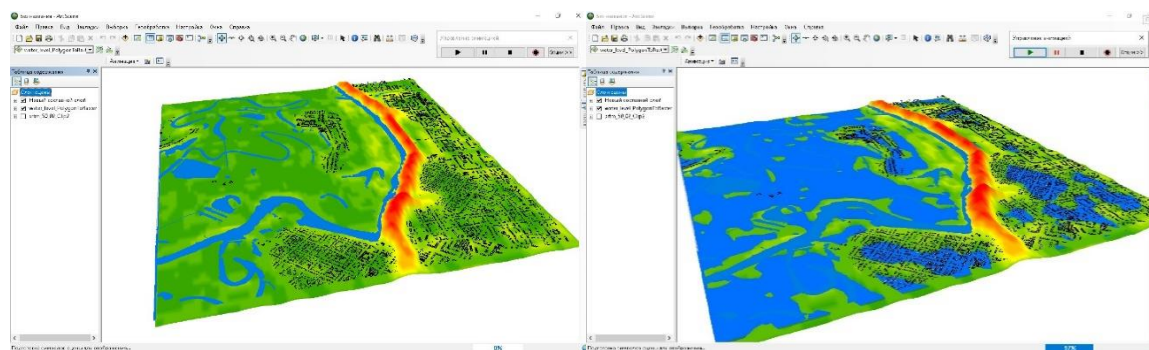


Рисунок 2. Сценарий возможного затопления в ArcScene

В ходе апробации методики моделирования были рассмотрены сценарии, позволяющие определить зоны затопления при максимальном уровне подъема воды в р. Есиль. По данным Департамента ЧС СКО величина максимального подъема уровня воды в р. Есиль на гидропосте близ г. Петропавловска в 2019 г. составила 94,0 м [12]. Граница зоны, полученная при построении модели, позволяет определить частично или полностью затопленные участки, населенные пункты, дороги, мосты и другие объекты инфраструктуры. Посредством моделирования сценария последствий затопления можно оценить возможные масштабы затопления, определить и своевременно предпринять меры по предупреждению чрезвычайной ситуации до их наступления.

Проверка степени соответствия результатов моделирования зоны затопления, полученных с использованием ГИС и материалов ДДЗ, осуществлялась посредством сопоставления границы затопления, зафиксированной на дату наводнения 2019 г. Кроме того, проводилось сопоставление с границей затопления, полученной путем интерполяции высот на основе значений урезов воды, увеличенных на высоту ее подъема во время наводнения. Путем сопоставления территорий, подвергнувшихся подтоплению паводковыми водами в 2019 г., выявлена погрешность моделирования зоны затопления в восточной части пос. Заречный. На карте высот, построенной на основе SRTM, этот участок находится выше 100 м, однако, по данным Департамента ЧС СКО [12] последний подвергается практически ежегодному затоплению паводковыми водами.

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате выполненных исследований на примере ключевых участков составлены цифровая модель рельефа, трехмерная модель затопления долины р. Есиль. По составленным моделям рельефа видно, что при условии максимального подъема уровня воды в р. Есиль значительная площадь территории подвергается затоплению. Полностью затопленными стали значительная часть пос. Заречный и района Подгора. Под водой оказалось более 140 жилых и производственных объектов, дороги. Серьезно могут пострадать сельскохозяйственные угодья, садово-огородные участки. Площадь потенциального затопления составила более 620 га.

ГИС-пакет позволяет также смоделировать последствия чрезвычайной ситуации, вызванной возможным прорывом дамбы или плотины, рассчитать зону катастрофического затопления прилегающей местности. Кроме того, можно выполнить расчет статистических характеристик (минимальная, средняя, максимальная глубина, объем воды) зоны затопления. С помощью функции прогнозирования на основе ГИС можно осуществлять кратко- и долгосрочный прогноз паводковых явлений в пойме и русловой системе в пространстве и времени.

В зонах возможного паводкового затопления полученные картографические материалы могут быть полезны при оценке потенциального риска наступления чрезвычайной ситуации, разработке наиболее рациональных гидротехнических способов защиты данной территории и прилегающих участков, позволят своевременно предпринять меры, которые помогут снизить материальный и социальный ущерб от наводнения.

Наряду с этим разработанные картографические материалы могут послужить основой для составления карт проявления водно-эрозионных процессов, заболачивания на располагающихся в долине сельскохозяйственных угодьях, моделирования и прогнозирования возможного ущерба. Это позволит решить стратегические задачи хозяйственного освоения долины р. Есиль и прилегающих к ней территорий, выбрать оптимальные методы ведения сельскохозяйственного производства с точки зрения эрозионной устойчивости, оптимизировать схему землеустройства. Большое практическое значение подобные карты и модели имеют для осуществления проектно-строительных работ. Создаваемые модели в свою очередь могут служить необходимой основой для построения более сложных карт, в частности, для разработки синтетических комплексных карт защиты исследуемой территории от опасных процессов, схем оптимизации природопользования и снижения экологической напряженности. На их базе могут определяться приоритеты и оптимальные варианты хозяйственной деятельности, природоохранных мероприятий.

Тем не менее следует отметить некоторые недостатки при моделировании поверхности на основе матриц высот SRTM. В первую очередь это связано с характером и особенностями рельефа исследуемой территории. В условиях равнинного рельефа построение его детальной модели затруднительно, так как амплитуда высот незначительна. Снижает точность моделирования поверхности наличие древесной растительности, лесных участков. Для устранения возможных ошибок при построении матриц высот и моделей необходимым условием являются проведение детального анализа топографических карт, полевых исследований, уточнение морфометрических особенностей рельефа на местности. В целом данные SRTM пригодны для анализа рельефа и использования при моделировании зон затоплений паводковыми водами с учетом возможных систематических и случайных ошибок.

### Заключение

На основе выполненного исследования можно заключить, что ГИС-технологии являются важным и эффективным инструментом для решения задач определения количественных показателей рельефа территории, учет которых необходим при разработке зон потенциального затопления.

Материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) служат ценным источником данных для создания точных цифровых моделей рельефа (ЦМР). Однако в условиях плоскоравнинного рельефа их использование для построения матриц высот и моделей должно основываться на учете возможных систематических и случайных ошибок. Устранение последних может быть осуществлено посредством введения соответствующих поправок на основе совмещения матриц высот с горизонталями и отметками высот опорных пунктов геодезической сети по топографическим картам, полученных в ходе полевых исследований, наземных топографо-геодезических измерений.

В ходе исследования на примере участка долины р. Есиль апробирована методика создания моделей зон затопления с помощью ГИС-технологий на основе материалов ДЗЗ в условиях недостатка или отсутствия гидрологических и гидрометрических наблюдений.

Полученные материалы могут быть полезны органам управления, МЧС СКО для решения практических задач, а также привлечены при разработке комплексной ГИС бассейна р. Есиль.

## Список литературы

1. География Северо-Казахстанской области. Уч. пособие. – Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2016. – 159 с.
2. Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа: учебное пособие. – Москва: Изд-во МИИГАиК, 2019. – 175 с.
3. Муштайкин А.П. Применение ГИС-технологий для моделирования зон затопления при недостатке или отсутствии гидрологической информации // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 4. – С. 1-11.
4. Орлянкин В.Н. Методика расчёта наивысших уровней воды рек при отсутствии гидрометрических наблюдений и дистанционное картографирование зон затопления при наводнениях / Материалы Всероссийской научной конференции «Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управление и предотвращение угроз». г. Туапсе, 7-12 октября 2013. – С. 215-219.
5. Орлянкин В.И., Карне Х., Чурсин И.Н. Составление карт зоны затопления и скоростей течения на затопляемых участках сельскохозяйственных угодий вдоль реки Нигер // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – № 2. – С. 98-101.
6. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Пермяков Р.В. Геоинформационное моделирование наводнений с применением фотограмметрических технологий // Геодезия и картография. – 2013. – № 11. – С. 35-39.
7. Прогноз затопления территории при разноуровневом подъеме паводковых вод посредством ГИС-технологий. [Электронный ресурс] – URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/prognoz-zatopleniya-territorii-pri-raznourovnevom-podeme-pavodkovykh-vod-posredstvom-gis-texnologij> (дата обращения: 26.03.2021).
8. Dueker K.J. Geographic information systems and computer-aided mapping // Journal of American Planning Association. – 1987. – Vol. 53. – No. 3. – P. 384-390.
9. Karwel A.K., Ewiak I. Estimation of the accuracy of the SRTM terrain model on the area of Poland, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. – Beijing, 2008. – P. 169-172.
10. Spence C., Dalton A., Kite G. GIS Supports Hydrological Modeling // GIS World. – 1995. – Vol. 1. – P. 62-66.
11. Казгитромет. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kazhydromet.kz/> (дата обращения: 20.06.2022).
12. Департамент по ЧС Северо-Казахстанской области. [Электронный ресурс] – URL: <https://chs.sko.kz/> (дата обращения: 20.06.2022).

**Д.К. Шугулова<sup>1</sup>, Г.З. Мажитова<sup>2</sup>, К.М. Джаналеева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>КеАҚ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті", Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup>КеАҚ "М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті", Петропавл, Қазақстан

**Гидрологиялық үрістерді ГАЖ-модельдеуді пайдалана отырып, су басқан аумақтарды анықтау**

**Аңдатпа.** Өзен аңғарының су басқан аумақтарына геоақпараттық модельдеу әдістемесін зерттеу жүргізілді. Петропавл қ. (Солтүстік Қазақстан облысы) маңындағы Есіл өзені алқабының учаскесі – зерттелетін объектінің су басуының анимациялық ГАЖ – моделі құрылды, ол жыл

сайын қарқынды су басуына ұшырайды. Жобаны модельдеу гидрологиялық сипаттамалар, яғни белгілі бір кезеңдегі судың көтерілу деңгейі туралы ақпарат, сондай-ақ ArcGIS|ArcScene құралдарын қолдана отырып, рельеф туралы мәліметтер негізінде жүргізілді. Пайдаланылған әдістер – салыстырмалы-географиялық, картографиялық, бақылау, далалық әдістер, ГАЖ-технологиялар. Зерделеу бірнеше кезеңді тұра отырып, келесі міндеттерді қамтыды: гидрологиялық режим, көктемгі су тасқыны, Есіл өзеніндегі су тасқынының құбылыстары туралы талдамалық деректерді жинау және қорыту, SRTM деректері бойынша рельефтің цифрлық моделін жасау, Петропавл қаласының маңында су басудың болжамды моделін жасау. Алынған нәтижелер өзендегі су тасқыны құбылыстарына байланысты төтенше жағдайлардың алдын алу жөніндегі іс-шараларды жоспарлау және жүргізу үшін пайдалы болуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** модельдеу, ГАЖ, Жерді қашықтықтан зондау деректері, рельефтің сандық моделі, өзен алқабы, су басу.

**D.K. Shugulova<sup>1</sup>, G.Z. Mazhitova<sup>2</sup>, K.M. Dzhanelieva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup>M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

### **Determination of flooded areas using gis modeling of hydrological processes**

**Abstract.** The authors of the article analyzed the technique of geoinformation modeling of flooded areas of the river valley. There has been created an animated GIS model of flooding of the object under study - a section of the river valley Yesil near Petropavlovsk (North Kazakhstan region), which is subject to annual intense flooding. The scenario was modeled on the basis of hydrological characteristics, information on water rises levels for a certain period, as well as relief data using the tools of ArcGIS|ArcScene. The authors used such methods as comparative geographical, cartographic, observation, field methods, and GIS technologies. The study consists of several stages, which include such tasks as the collection and generalization of analytical data on the hydrological regime, spring flood, and flood phenomena on the Yesil river, the creation of a digital relief model based on SRTM data, the creation of a forecast model of flooding near Petropavlovsk. The results obtained can be useful for planning and carrying out measures to prevent emergencies related to flood events on the river.

**Keywords:** modeling, GIS, Earth remote sensing data, digital relief model, river valley, flooding.

### **References**

1. Geografiya Severo-Kazahstanskoj oblasti. Uch. Posobie [Geography of the North Kazakhstan region. Uch. allowance] (Petropavlovsk: SKGU im. M. Kozybaeva, 2016, 159 s.). [in Russian]
2. Kompleksnoe geoinformacionno-fotogrammetricheskoe modelirovanie rel'efa: uchebnoe posobie [Integrated Geoinformation-Photogrammetric Modeling of Relief: A Study Guide] (Moskva: Izd-vo MIIGAiK, 2019, 175 s.) [Moscow: MIIGAiK Publishing House, 2019, 175 p.]. [in Russian]
3. Mushtajkin A.P. Primenenie GIS-tehnologij dlya modelirovaniya zon zatopleniya pri nedostatke ili otsutstvii gidrologicheskoy informacii, Sovremennye problemy territorial'nogo razvitiya: elektron. zhurn. [Application of GIS-technologies for modeling flood zones with a lack or absence of hydrological information, Modern problems of territorial development: electron. magazine], 4, 1-11 (2019). [in Russian]
4. Orlyankin V.N. Metodika raschyota naivysshih urovnej vody rek pri otsutstvii gidrometricheskikh nablyudenij i distancionnoe kartografirovanie zon zatopleniya pri navodneniyah. Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii «Vodnaya stihiya: opasnosti, vozmozhnosti



prognozirovaniya, upravlenie i predotvrashchenie ugroz». g. Tuapse, 7-12 oktyabrya [The methodology for calculating the highest water levels of rivers in the absence of hydrometric observations and remote mapping of flood zones during floods / Proceedings of the All-Russian Scientific Conference "Water element: dangers, forecasting capabilities, management and prevention of threats"], 215-219 (2013). [in Russian]

5. Orlyankin V.I., Karne H., CHursin I.N. Sostavlenie kart zony zatopeniya i skorostej techeniya na zataplivaemyh uchastkah sel'skohozyajstvennyh ugodij vdol' reki Niger, Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka [Compilation of maps of the flood zone and current velocities in flooded areas of agricultural land along the Niger River. Geodesy and aerial photography], 2, 98-101 (2017). [in Russian]

6. Novakovskij B.A., Prasolova A.I., Permyakov R.V. Geoinformacionnoe modelirovanie navodnenij s primeneniem fotogrammetricheskikh tekhnologij, Geodeziya i kartografiya [Geoinformation modeling of floods using photogrammetric technologies, Geodesy and Cartography], 11, 35-39 (2013). [in Russian]

7. Prognoz zatopeniya territorii pri raznourovnevom pod"eme pavodkovykh vod posredstvom GIS-tekhnologij [Forecast of flooding of the territory with multi-level rise of flood waters using GIS technologies]. [Electronic resource] – Available at: <http://journal.mrsu.ru/arts/prognoz-zatopeniya-territorii-pri-raznourovnevom-podeme-pavodkovyx-vod-posredstvom-gis-tekhnologij> (Accessed: 26.03.2021). [in Russian]

8. Dueker K.J. Geographic information systems and computer-aided mapping, Journal of American Planning Association, 53(3), 384-390 (1987).

9. Karwel A.K., Ewiak I. Estimation of the accuracy of the SRTM terrain model on the area of Poland, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7 (Beijing, 2008, 169-172 p.).

10. Spence C., Dalton A., Kite G. GIS Supports Hydrological Modeling, GIS World, 1, 62-66 (1995).

11. Kazgitromet [Kazgitromet]. [Electronic resource] – Available at: <https://www.kazhydromet.kz/> (Accessed: 20.06.2022)

12. Departament po CHS Severo-Kazahstanskoj oblasti [Department of Emergency Situations of the North Kazakhstan region]. [Electronic resource] – Available at: <https://chs.sko.kz/> (Accessed: 20.06.2022)

#### Сведения об авторах:

**Шугулова Д.К.** – докторант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

**Мажитова Г.З.** – магистр естественных наук, старший преподаватель кафедры «География и экология», Северо-Казакхстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина, 86, Петропавловск, Казахстан.

**Джаналеева К.М.** – доктор географических наук, профессор кафедры физической и экономической географии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

**Shugulova D.K.** – doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.,2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Mazhitova G.Z.** – Master of Natural Sciences, Senior Lecturer of the Geography and Ecology Department, M. Kozybayev North-Kazakhstan University, Pushkin str.,86, Petropavlovsk, Kazakhstan.

**Dzhanaleyeva K.M.** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Physical and Economic Geography, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.,2, Nur-Sultan, Kazakhstan.