

Научная статья

Original article

DOI 10.55186/25876740_2023_7_3_22

**АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ НА
ПРИМЕРЕ РЕКИ ДОН НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**
ANALYSIS OF DETERMINING THE BOUNDARIES OF FLOOD ZONES ON
THE EXAMPLE OF THE DON RIVER IN THE ROSTOV REGION



Мельник Татьяна Владимировна канд. с.-х. наук, доцент, директор Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Пушкинская улица 111; ORCID: 0009-0000-7009-9649; e-mail: t.melnik0307@yandex.ru.

Трандж Никита Юрьевич, аспирант, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Пушкинская улица 111; главный специалист отдела по проектированию водоохраных зон, прибрежных защитных полос и береговых линий, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ); ORCID:0009-0007-9686-1284; e-mail: trandzh@mail.ru.

Клюшина Юлия Александровна, главный специалист отдела по проектированию водоохраных зон, прибрежных защитных полос и береговых линий, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного

использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ); ORCID:0009-0003-7948-4019; e-mail: yu.klyushina@yandex.ru.

Tat'yana V. Melnik, Cand. s. of science, Docent, Director Novocherkassk reclamation engineering institute named after A.K. Kortunov. A.K. Kortunov Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", 346428, Russia, Rostov Region, Novocherkassk, 111 Pushkinskaya Street; ORCID:0009-0000-7009-9649; e-mail: t.melnik0307@yandex.ru

Nikita Yu. Trandzh, student, Novocherkassk reclamation engineering institute named after A.K. Kortunov. A.K. Kortunov Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", 346428, Russia, Rostov Region, Novocherkassk, 111 Pushkinskaya Street; Chief Specialist of the Department for Design of Water Protection Zones, Coastal Protective Strips and Shorelines, Federal State Budgetary Institution "Russian Research Institute for Complex Use and Protection of Water Resources", 344037, Russia, Rostov-on-Don, Rostov region, Chentsova street, building 10a; ORCID:0009-0007-9686-1284; e-mail: trandzh@mail.ru.

Yulia A. Klyushina, Chief Specialist of the Department for Design of Water Protection Zones, Coastal Protective Strips and Shorelines, Federal State Budgetary Institution "Russian Research Institute for Complex Use and Protection of Water Resources", 344037, Russia, Rostov-on-Don, Rostov region, Chentsova street, building 10a; ORCID:0009-0003-7948-4019; e-mail: yu.klyushina@yandex.ru.

АННОТАЦИЯ. Актуальность. В настоящее время состояние водных объектов в Ростовской области характеризуется активным заилением и зарастанием древесно-кустарниковой растительностью русел малых рек, наличием в них большого количества не инженерных сооружений. В большинстве случаев заиление и зарастание русел водотоков не позволяет обеспечить безаварийный пропуск повышенных расходов паводковых вод и, как следствие, может привести к затоплению и подтоплению территорий 179 населенных пунктов

Ростовской области. На сегодняшний день 89,7 тыс. жителей проживают на территории, подверженной негативному воздействию вод в результате неудовлетворительного состояния водоемов и их берегов.

Наиболее эффективной организацией защиты, которая минимизирует поражающие факторы и последствия наводнений является их прогнозирование и ограничение на использование территорий подверженных вредному воздействию вод.

Для такого прогнозирования используются гидрологические расчеты (прогноз) – научно-обоснованное предсказание развития, характера и масштабов негативного воздействия вод. В прогнозе указывают примерное время наступления какого-либо элемента ожидаемого режима, например, вскрытия или замерзания реки, ожидаемый максимум половодья, возможную продолжительность стояния высоких уровней воды, вероятность затора льда и другое. Прогнозы делятся на краткосрочные – до 10-12 суток и долгосрочные – до 2-3 месяцев и более. Они могут быть локальными (для отдельных участков рек и водоемов) или территориальными, содержащими обобщенные по значительной территории сведения об ожидаемых размерах и сроках явления. В данной статье рассмотрен процесс и проблематика определения границ зон затопления, подтопления территорий, а также проведены работы по определению границ зон затоплений различной обеспеченности на основе гидродинамического моделирования. **Методы.** Выполнен расчет определения границ зон затоплений для различных значений расчетной обеспеченности, который основывается на геоинформационном и гидродинамическом моделировании. Создание цифровой модели рельефа местности потребовал поиск и сбор большого количества сведений из различных источников о пространственных данных. Описанный метод построения кадастровых карт мы применили для создания границ зон затопления различной обеспеченности, прилегающих к р. Дон на участке от ст. Казанская до ст. Мигулинская Ростовской области Российской Федерации. **Результаты.** В результате были получены xml-файлы и карты затопления различной обеспеченности

территории, которые можно использовать для внесения в Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии.

ABSTRACT. Relevance. Currently, the state of water bodies in the Rostov region is characterized by active siltation and overgrowth of woody-shrub vegetation of small river beds, the presence of a large number of non-engineering structures in them. In most cases, siltation and overgrowth of the channels of watercourses does not allow for accident-free passage of increased flood water flows and, as a result, can lead to flooding and flooding of the territories of 179 settlements of the Rostov region. To date, 89.7 thousand residents live in an area exposed to the negative impact of waters as a result of the unsatisfactory state of water bodies and their shores.

The most effective organization of protection which minimizes the striking factors and consequences of floods is their forecasting and restriction for use of territories of waters subject to harmful effects.

For such forecasting, hydrological calculations (forecast) are used - a scientifically based prediction of the development, nature and scale of the negative impact of waters. The forecast indicates the approximate time of occurrence of any element of the expected regime, for example, the opening or freezing of the river, the expected maximum of flood, the possible duration of high water levels, the likelihood of ice congestion and others. Forecasts are divided into short-term - up to 10-12 days and long-term - up to 2-3 months or more. They can be local (for certain sections of rivers and reservoirs) or territorial, containing information generalized over a significant area about the expected size and timing of the phenomenon. This article discusses the process and problems of determining the boundaries of flood zones, flooding of territories, and also carried out work to determine the boundaries of flood zones of different probability based on hydrodynamic modeling. **Methods.** We did calculation of delimitation of zones of floodings for various values of estimated security which is based on geoinformation and hydrodynamic modeling. Creation of digital model of a land relief search and collecting a large amount of data from various sources on spatial data demanded. We applied the described method of creation of cadastral maps to creation of borders of the zones of flooding of the distinguished

security adjacent to the Don River on the site from St. Kazan to the station Migulinskaya Rostovskoy of the region of the Russian Federation. **Results.** Were as a result received XML files and cards of flooding of various security of the territory which can be used for entering into Federal Registration Service.

Ключевые слова: зоны затопления, гидродинамическое моделирование, геоинформационные системы, цифровая модель рельефа, актуализация рельефа, зоны с особыми условиями, кадастровая карта, xml-файлы.

Keywords: flooding zones, hydrodynamic modeling, geographic information systems, digital model of a relief, updating of a relief, zone with special conditions, the cadastral map, XML files.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2014 г. N 360 "О зонах затопления, подтопления" (далее – Постановление Правительства № 360) зоны затопления устанавливаются в отношении территорий, прилегающих к водным объектам [1]. Решение об установлении или изменении этих зон, оформляется актом Федерального агентства водных ресурсов, на основании предложения органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации. Результатом окончания работ по установлению границ зон затоплений, подтоплений территории населенных пунктов является внесение сведений о таких зонах в Единый государственный реестр недвижимости [2 - 4].

МЕТОДЫ

Работы по установлению границ зон затоплений включают в себя данные на основе гидрометеорологический характеристик и наблюдений, фондовых материалов различных организаций и ведомств, а также пространственных данных, полученных при помощи рекогносцировочных обследований, геодезических и картографических работ.

При использовании гидродинамического и геоинформационного моделирования получают более точные модели границ и карты зон

затоплений, которые отображают временную картину пространственного распределения воды, давая возможность просчитывать скорость потока, площадь затопления, изменения в гидрологических характеристиках с учетом основных топографических, гидрологических и других факторов [5 - 6]. При определении границ зон затоплений выполняется комплекс работ, включающий виды работ и их объем, необходимые для решения поставленной задачи в соответствии с техническим заданием, с учётом гидрометеорологической изученности территории.

На начальном этапе производится сбор и изучение материалов гидрометеорологических наблюдений и характеристик, сведений о наличии и характере проявления опасных гидрометеорологических процессов и явлений, а также местоположения прилегающих зон с особыми условиями использования территории.

К последним в нами рассматриваем случае можно отнести населенные пункты, сельскохозяйственные угодья и природоохраняемые зоны.

Во второй этап входит использование геоинформационных систем (далее – ГИС) и ассимиляционных пространственных данных для создания цифровой модели местности (ЦМР) [7 – 8]. На третьем этапе при помощи параметров, определенных ранее, строится гидродинамическое моделирование динамики затопления. На основе численной схемы Combined Smooth Particle Hydrodynamics - Total Variation Diminishing (далее – CSPH – TVD) в используемом нами программном обеспечении, мы проводим моделирование зоны затопления [9].

В соответствии с требованиями Постановления Правительства № 360 на заключительном этапе, на основе построенной модели определяются характерные точки, создается графическое описание местоположения границ зон затопления, проводится расчет площади затопления и расход воды [1].

Цифровая модель рельефа (ЦМР) – средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок

глубин) и иных значений аппликата (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети, или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний [10].

В соответствии с диаграммой, представленной на рисунке 1, построение ЦМР для моделирования выполняется в несколько этапов. Исходными данными являлись матрицы высот SRTM и космические снимки спутников серии «Конопус В» и «Ресурс П» [11]. При помощи геоинформационной системы ArcGIS и сервисов Google Earth, проводится обновление модели рельефа на всех этапах, для векторизации линейных объектов русловой системы. Также, при использовании продольных и поперечных профилей рек, и промеров глубин, строится рельеф дна водного объекта.

При использовании дополнительных съемок местности с помощью беспилотных летательных аппаратов и различных геодезических данных в важных зонах, происходила актуализация некоторых участков рельефа. На заключительном этапе при различных уровнях водной обеспеченности, рассчитываем параметры морфоструктурного анализа и проводим гидродинамическое моделирование [12].

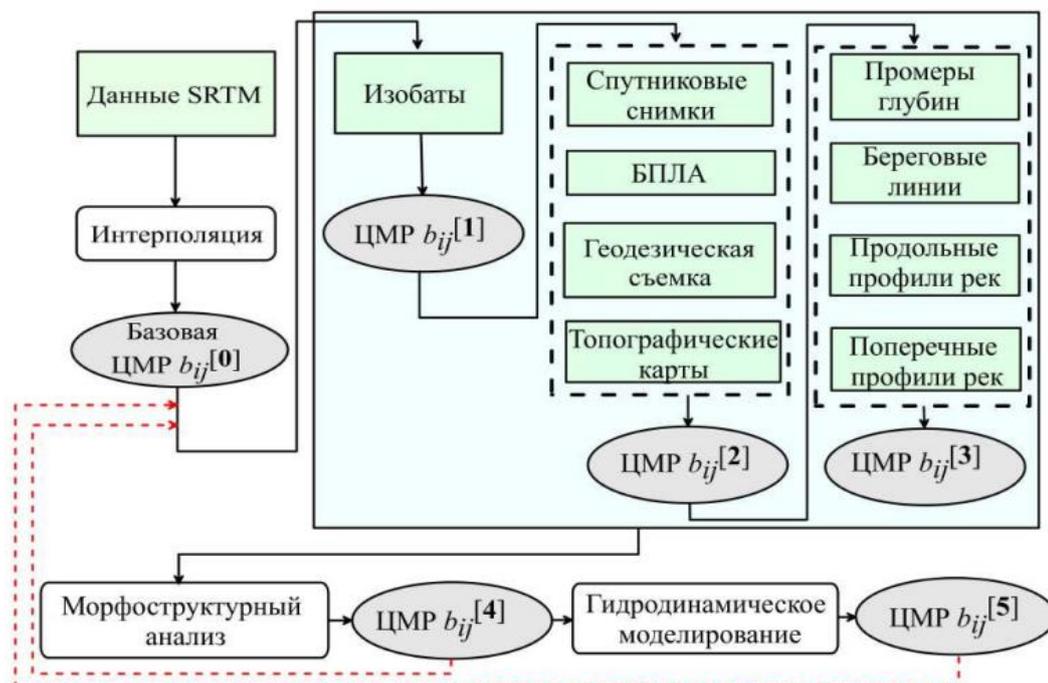


Рис. 1. Процедура построения цифровой модели рельефа

Пойменные территории рек Ростовской области характеризуются большим разнообразием и сложностью гидрогеологических условий, которые зависят от геоморфологических особенностей поймы, литологического состава грунтов, гидрологического режима реки и климата.

Река Дон по площади водотока (422 тыс. км².) занимает третье место среди всех рек Европейской части России. В пределах описываемой территории площадь водосбора реки составляет 86 тыс. км². В нижнем течении р. Дон имеет почти широтное направление с шириной русла в среднем 400 метров. Скорость течения реки в межень и при ледоставе составляет 0,1 – 0,4 м/сек., а при половодье увеличивается до 1,5 – 2,0 м/сек [13].

Расход р. Дона отличается большой неравномерностью, составляя в среднем за год по многолетним данным 26,9 км³. Средний годовой модуль стока для бассейна реки равен 1,8 л/сек*км². Основная часть стока (60 – 63%) формируется за счет талых вод в весенний период, 25 – 30% – за счет подземного питания и 3 – 5% – за счет атмосферных осадков. Температура воды в реке летом равна 20 – 27°C. Ледостав начинается в первой декаде ноября. Толщина льда в отдельных местах достигает 40 – 50 см. Весенний ледоход начинается в марте и продолжается около недели [14 - 15]. В таблице 1 даны характеристики крупных магистральных каналов в бассейне р. Дон.

Таблица 1. Крупные магистральные каналы в бассейне р. Дон

№ п/п	Наименование	Длина, км	Головной расход, м /с
1	Донской магистральный канал	112	250
2	Нижне – Донской	73.9	28.6
3	Пролетарский	83.4	54

4	Багаевский	36.6	40
5	Азовский	95.5	30

На примере ст. Казанская и ст. Мигулинская Ростовской области Российской Федерации проведено гидродинамическое моделирование зоны затопления прилегающей к р. Дон. Конечной целью расчетов является построение кадастровых карт, отображающих границы зон затоплений 1, 3, 5, 10, 25 и 50 % обеспеченности.

Для расчета объемного расхода при разных значениях обеспеченности были использованы следующие показатели:

- нормы годового стока;
- нормы внутригодового распределения стока;
- максимальные расходы объема воды в паводок;
- гидрографы половодий [16].

В результате моделирования установлены графики динамики расходов (рисунок 2), максимальных уровней воды (рисунок 3) и скоростей течения (рисунок 4) по всей длине моделируемого участка на заданные вероятности обеспеченности. Анализируемые параметры и результаты расчетов приведены в таблице 2.

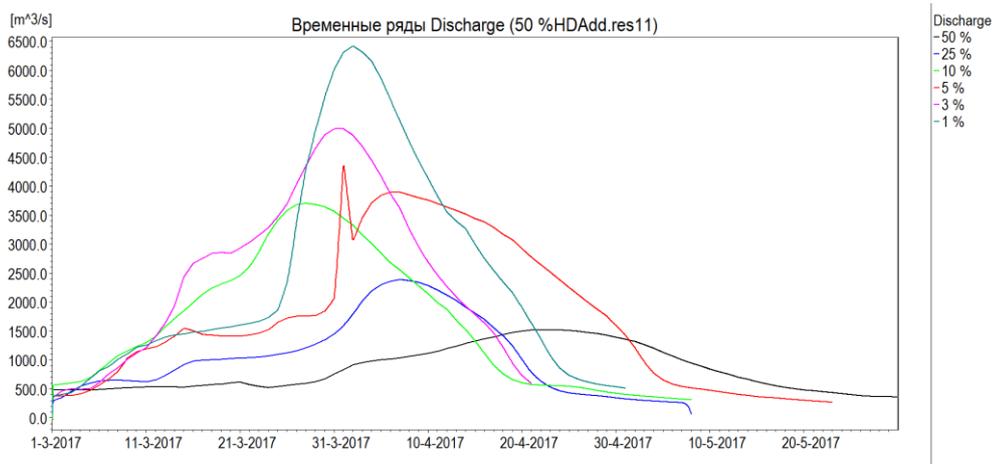


Рис. 2. Графики динамики расходов на участке моделирования

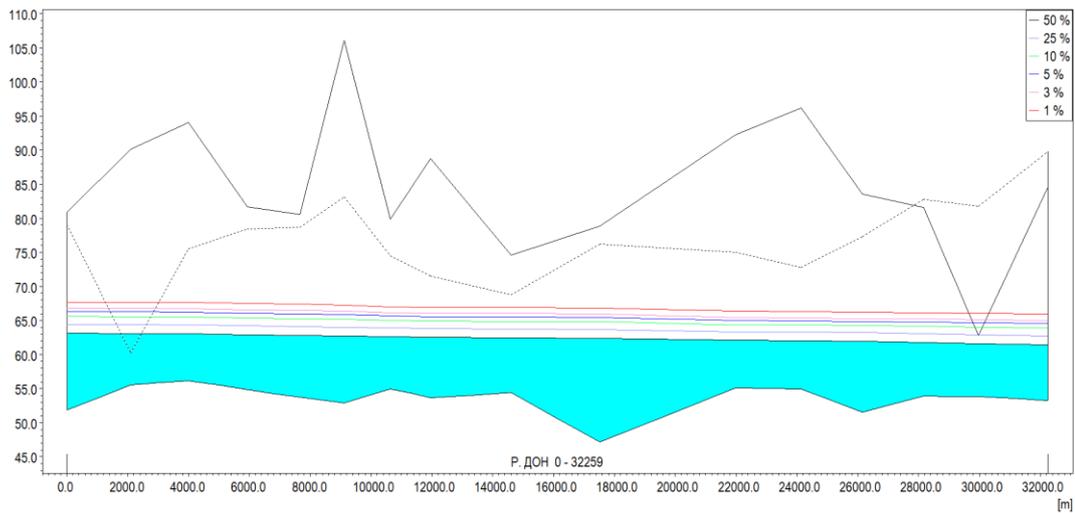


Рис. 3. Продольный профиль участка с изображением максимальных уровней воды при различных вероятностях превышения стока

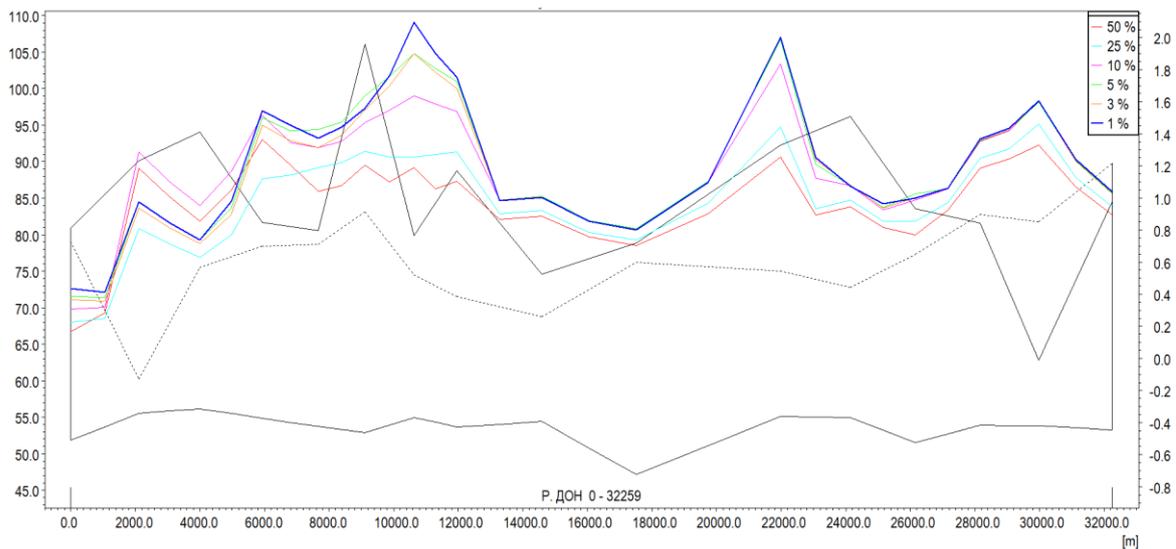


Рис. 4. Продольный профиль участка с изображением скорости течения при прохождении максимальных расходов весеннего половодья на различные вероятности превышения стока

Таблица 2. Результаты расчетов определения объемного расхода при разных значениях обеспеченности

Анализируемые показатели	Обеспеченность, %					
	1	3	5	10	25	50
Продолжительность подъема половодья, сут.	33	30	32	29	37	51

Продолжительность максимальных значений уровня воды, сут	8	10	21	13	12	9
Продолжительность спада половодья, сут.	17	12	14	11	8	29
Максимальный подъем уровня воды, м	10.35	9.25	8.81	8.05	6.84	5.64
Максимальная скорость течения, м/с	2.09	2.0	1.98	1.84	1.46	1.40
Максимальный расход, м ³ /с	6425	5015	4850	3709	2396	1521

Анализ полученных результатов показывает увеличение уровня воды, скорости течения и расхода воды в зависимости от обеспеченности. Максимальные значения уровня воды колеблются в интервале от 10.35 до 5.64 м, скорости течения – от 2.09 до 1.4 м/с, расхода воды – от 6425 до 1521 м³/с.

При определении временных интервалов половодья отсчет продолжительности ведется именно с более высокого уровня, который является начальным в графиках динамики уровней воды, построенных по результатам наблюдений гидрометеорологической службы. Наибольшая продолжительность подъема половодья в 51 день наблюдается при 50 % обеспеченности, а наименьшая 29 суток при 10 %. Если рассматривать продолжительность, при которой наблюдается наиболее опасные уровни воды, то при 5 % обеспеченности она является самой высокой и составляет 21 день. Это объясняется наличием двух пиков у графика динамики уровней воды, которым описаны входные параметры модели. Самой минимальной при этом будет продолжительность при 1 % обеспеченности, которая составит 8 суток. Что касается временного интервала спада половодья, то в данном случае наибольший в 29 дней также наблюдается при 50 % обеспеченности, а наименьший в 8 суток при 25 %.

были созданы 4 комплекта файлов, содержащих xml-файлы: TerritoryToGKN и ZoneToGKN (Рисунок 6) [17 – 18].

При создании xml-файла – TerritoryToGKN, был использован каталог координат характерных точек границ и растровые космоснимки территории, в результате чего, был получен план границ зоны затопления и zip-архив, который является исходными данными для создания xml-файла – ZoneToGKN [19 - 20].

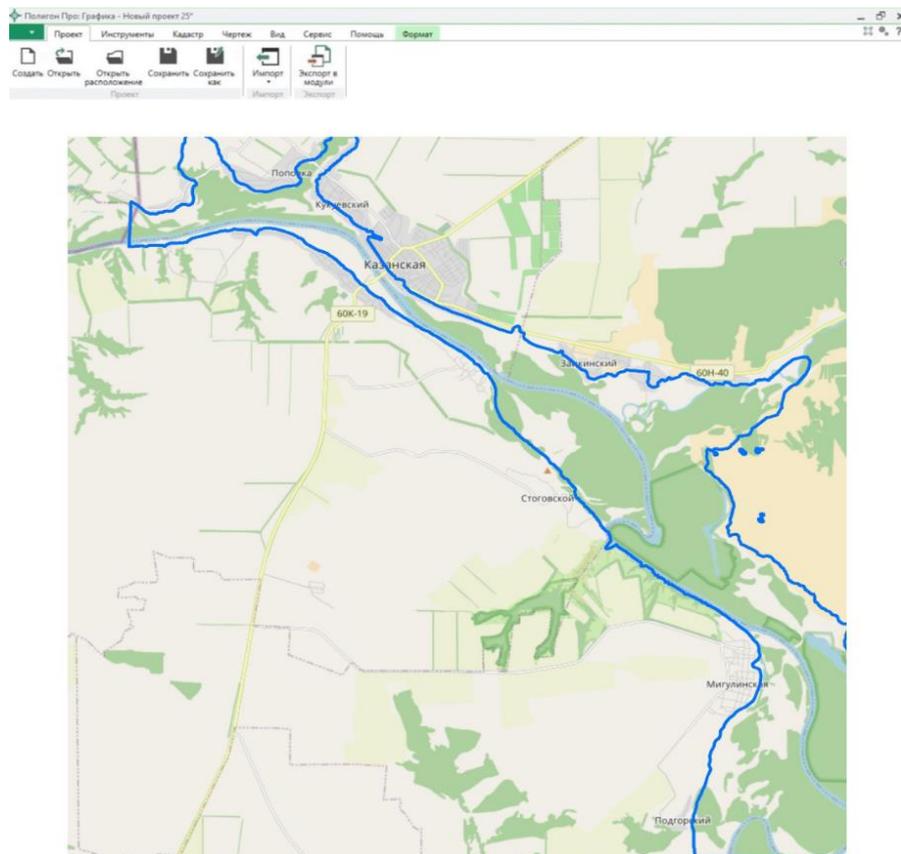


Рис. 6. План границ зон затопления в программе «Полигон ПРО: Карта план»

ОБСУЖДЕНИЕ

Продемонстрированы результаты создания xml-файлой и карты затопления различной обеспеченности территории, которые можно использовать для внесения в Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии. Зоны затопления довольно сложная и комплексная деятельность, требующая усилий различных органов власти и высококвалифицированных специалистов в различных областях. Это неспроста, поскольку наводнение – это

серьёзное стихийное бедствие, которое может обернуться пагубными последствиями для тех, кто попал в зону его поражения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье кратко представлен метод создания кадастровых карт зон затопления, в соответствии со множеством требований на территории Российской Федерации. В данном подходе, основой для расчета являются методы геоинформационного и гидродинамического моделирования, применяемые для создания цифровой модели рельефа местности, что необходимо для построения границ водной обеспеченности. Также важную роль влияет фактор внутренних грунтовых вод, который мы не применяли в данном методе. Если учитывать данный фактор, необходимо использовать гидродинамические модели с учетом переноса воды из грунта на поверхность и обратно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об определении границ зон затопления, подтопления [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 18.04.2014 № 360. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Чилингер Л.Н. Методический подход к установлению границ зон с особым водным режимом: обоснование и технологическая схема реализации // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2019. №3.
3. Ширина Н. В., Кононова О.Ю. Актуальность проблемы учета зон с особыми условиями использования территории // Вестник Белгородского государственного технологического университета. – 2014. – № 2. – С. 135–138.
4. Данилов-Данильян В. И., Хранович И. Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. - М.: Научный мир, 2010. - 232 с.

5. Гидродинамическое моделирование. Подготовка гидродинамической модели в Petrel 2015 и инициализация в tNavigator. – Казань: К(П)ФУ, 2020. – 65 с.
6. Воронин А. А., Васильченко А. А., М. В. Писарева М. В., Писарев А. В., Хоперсков А. В., Храпов С. С., Подщипкова Ю. Е., “Проектирование системы эколого-экономического управления территорией Волго-Ахтубинской поймы на основе гидродинамического и геоинформационного моделирования”, УБС, 55 (2015), 79–102
7. Ноговицын Д. Д. Определение зон затопления при различных обеспеченностях с использованием ГИС-технологий / Д.Д. Ноговицын, З.М. Шеина, Л.П. Сергеева // Сб.материалов III Межд.научн-практич.конф. «Ресурсы недр России: экономика и геополитика, геотехнологии и геоэкология, литосфера и геотехника», Пенза, 2004. – С. 83-85.
8. Моделирование и пространственный анализ в ГИС. Цифровое моделирование рельефа в ГИС «Панорама» [Текст] : учеб.-метод. пособие / Т. А. Хлебникова, С. Р. Горобцов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 70 с
9. Кузьмин Н. М., Белоусов А. В., Шушкевич Т. С., Храпов С. С. Численная схема cSPH TVD: исследование влияния ограничителей наклонов // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2014. №1.
10. Цветков В. Я. Модели и моделирование. – М. : Госинформобр, 2006. – 92 с.
11. Лисицкий Д. В. Основные принципы цифрового картографирования местности. – М. : Недра, 1988. – 264 с.
12. Литвиненко М.Ю., Маховых И.А., Крючков В.Н., Немилостев Н.Д., Сартин С.А. Данные с БПЛА для построения цифровой модели бассейна реки Есиль (Ишим) // Достижения вузовской науки. 2014. №12.
13. Чижевская Н.А., Приходько И.А. Экологическое состояние реки Дон // Colloquium-journal. 2021. №3 (90).

14. Воловик, Г. С. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления: моногр. / Г. С. Воловик, С. П. Воловик, А. Е. Косолапов. – Новочеркасск: СевКавНИИВХ, 2009. – 301 с.

15. Шкура В. Н., Демьяненко А. В. Водный режим пойменных нерестилищ на малых и средних реках бассейна реки Дон // Мелиорация и гидротехника. 2015. №2 (18).

16. Трофимов Г.Н. Расчет эмпирической обеспеченности максимальных расходов паводков // Гидрометеорология и экология. 2009. №3 (54).

17. Creation of cadastral maps of flooding based on numerical modeling / A. Y. Klikunova, A. V. Khoperskov, E. O. Agafonnikova, A. S. Kuz'mich, T. A. Dyakonova, S. S. Khrapov, I. M. Gusev // Journal of Computational and Engineering Mathematics. — 2019. — Vol. 6, № 2.

18. Rapid flood damage prediction and forecasting using public domain cadastral and address point data with fuzzy logic algorithms / J. L. Gutenson, A. N. S. Ernest, A. A. Oubeidillah, L. Zhu, X. Zhang, S. T. Sadeghi // JAWRA Journal of the American Water Resources Association. — 2018. — Vol. 54, № 1.

19. Thompson, R. J. A Model for the Creation and Progressive Improvement of a Digital Cadastral Data Base / R. J. Thompson // Land Use Policy. — 2015. — Vol. 49.

20. Roşu D.C. Some aspects of cadastral documentation necessary registration agricultural land in land book / D.C.Roşu, Valeria Ciolac, O.N.Colţan // Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2016. N 20 (2).

REFERENCES

1. About delimitation of zones of flooding, flooding [Electronic resource]: Russian Federation Government decree of 18.04.2014 No. 360. – Access from справ. - a legal system ConsultantPlus.

2. Chilinger L.N. Methodological approach to establishing the boundaries of zones with a special water regime: justification and technological scheme of implementation//Bulletin of SGUGiT (Siberian State University of Geosystems and Technologies). 2019. №3.

3. Width N.V., Kononov O.Yu. Relevance of the problem of accounting for zones with special conditions for the use of the territory//Bulletin of the Belgorod State Technological University. – 2014. – № 2. - S. 135-138.
4. Danilov-Danilyan V.I., Khranovich I.L. Water resources management. Harmonizing water use strategies. - M.: Scientific world, 2010. - 232 s.
5. Hydrodynamic modeling. Preparation of hydrodynamic model in Petrel 2015 and initialization in tNavigator. - Kazan: K (P) FU, 2020. - 65 s.
6. A.A. Voronin, A.A. Vasilchenko, M.V. M.V. Pisareva, A.V. Pisarev, A.V. Hoperskov, S.S. Khrapov, Yu.E. Podshchipkova, "Design of a system of environmental-economic management of the territory of the Volga-Akhtubinsk floodplain on the basis of hydrodynamic and geoinformation modeling", UBS, 55 (2015), 79–102
7. D.D. Nogovitsyn. Definition of zones of flooding at various obespechennost with use of GIS-technologies / D.D. Nogovitsyn, Z.M. Shane, L.P. Sergeyev//Sb. materials III Mezhd.nauchn-praktich.konf. "Subsoil resources of Russia: economy and geopolitics, geotechnologies and geocology, lithosphere and geotechnics", Penza, 2004. – Page 83-85.
8. Modeling and the spatial analysis in GIS. Digital modeling of a relief in GIS "Panorama" [Text]: studies. - a method. grant/T. A. Khlebnikova, S.R. Gorobtsov. – Novosibirsk: СГУГиТ, 2018. – 70 with
9. Kuzmin N. M., Belousov A. V., Shushkevich T. S., Khrapov S. S. Numerical scheme cSPH TVD: a study of the influence of tilt limiters//Mathematical physics and computer modeling. 2014. №1.
10. Tsvetkov V. Ya. Models and modeling. – M.: Gosinformobr, 2006. - 92 s.
11. Lissitsky D.V. Basic principles of digital mapping of the area. – M.: Nedra, 1988. - 264 s.
12. Litvinenko M.Yu., Makhovykh I.A., Kryuchkov V.N., Nemilostev N.D., Sartin S.A. Data from UAVs for building a digital model of the Esil (Ishim) river basin//Achievements of university science. 2014. №12.

13. Chizhevskaya N.A., Prikhodko I.A. Ecological state of the Don River//Colloquium-journal. 2021. №3 (90).
14. Volovik, G. S. Water and biological resources of the Lower Don: state and problems of management: monogr ./G. S. Volovik, S. P. Volovik, A. E. Kosolapov. - Novocherkassk: SevKavNIIVH, 2009. - 301 s.
15. Skin V.N., Demyanenko A.V. Water regime of floodplain spawning grounds on small and medium rivers of the Don River basin//Reclamation and hydraulic engineering. 2015. №2 (18).
16. Trofimov G.N. Calculation of empirical probability of maximum flood flow rates//Hydrometeorology and ecology. 2009. №3 (54).
17. Creation of cadastral maps of flooding based on numerical modeling / A. Y. Klikunova, A. V. Khoperskov, E. O. Agafonnikova, A. S. Kuz'mich, T. A. Dyakonova, S. S. Khrapov, I. M. Gusev // Journal of Computational and Engineering Mathematics. — 2019. — Vol. 6, № 2.
18. Rapid flood damage prediction and forecasting using public domain cadastral and address point data with fuzzy logic algorithms / J. L. Gutenson, A. N. S. Ernest, A. A. Oubeidillah, L. Zhu, X. Zhang, S. T. Sadeghi // JAWRA Journal of the American Water Resources Association. — 2018. — Vol. 54, № 1.
19. Thompson, R. J. A Model for the Creation and Progressive Improvement of a Digital Cadastral Data Base / R. J. Thompson // Land Use Policy. — 2015. — Vol. 49.
20. Roşu D.C. Some aspects of cadastral documentation necessary registration agricultural land in land book / D.C.Roşu, Valeria Ciolac, O.N.Colţan // Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2016. N 20 (2).

© Т.В. Мельник, Н.Ю. Трандж, Ю.А. Ключина, 2023 International agricultural journal. № 3, 788-805

Для цитирования: Т.В. Мельник, Н.Ю. Трандж, Ю.А. Ключина АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ДОН НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ // International agricultural journal. №3, 788-805