

УДК 624.131.6:911.5/.9(571.16)
DOI: 10.47148/1609-364X-2021-1-11-21

© К.И. Кузеванов, Е.Ю. Пасечник, Л.Н. Чилингер

К.И. Кузеванов, Е.Ю. Пасечник, Л.Н. Чилингер

Оперативная оценка риска развития подтопления для внесения сведений в Единый государственный реестр недвижимости с использованием ГИС-технологий (на примере Обь-Томского междуречья)

Аннотация. В статье анализируется существующий порядок внесения сведений о границах зон с особыми условиями использования территорий в Единый государственный реестр недвижимости на примере зон подтопления. Рассмотрены основные нормативно-правовые документы, регламентирующие процедуру и порядок установления зон подтопления, в котором выявлены пробелы в требованиях к содержанию работ по определению границ таких зон и оценке их точности. В связи с чем предлагается использовать разработанный авторами алгоритм определения границ зон развития подтопления на основе анализа гидрографической сети и цифровой модели рельефа территории с использованием ГИС-технологий.

Данная методика направлена на оперативную оценку условий застроенных и застраиваемых территорий, позволяющую сократить финансовые затраты на проведение дорогостоящих инженерных изысканий, необходимость которых сохраняется для уточнения полученных результатов компьютерного картографирования на наиболее ответственных участках. Предложены нормы точности определения границ зон подтопления, которые будут соответствовать точности определения границ земель водного фонда. С целью апробации разработанного алгоритма выбрана территория Обь-Томского междуречья, для которой проведено районирование по глубине залегания подземных вод и выявлены территории умеренного и сильного подтопления с целью дальнейшего более детального изучения.

Ключевые слова: ГИС-технологии, глубина залегания; Единый государственный реестр недвижимости, зона подтопления, инженерные изыскания, ограничения, подземные воды, районирование территории, точность определения координат, хозяйственная деятельность

K.I. Kuzevanov, E.Yu. Pasechnik, L.N. Chilinger

Operational evaluation of the risk of development of waterflowing for making information in the unified state real estate register using GIS technologies (on the example of the Ob-Tomsk interfluve)

Abstract. The article analyzes the existing procedure for entering information on the boundaries of zones with special conditions for the use of territories in the Unified State Register of Real Estate using the example of flooding zones. The basic regulatory documents governing the procedure and procedure for establishing flood zones are identified, in which gaps are identified in the requirements for the content of the work to determine the boundaries of such zones and assess their accuracy. In this connection, it is proposed to use the algorithm developed by the authors to determine the boundaries of the zones of underflooding development based on the analysis of the hydrographic network and digital terrain model using GIS technologies. This methodology is aimed at an operational assessment of the conditions of built-up and built-up territories, which allows to reduce the financial costs of conducting expensive engineering surveys, the need of which remains to clarify the results of computer mapping in the most critical areas. The norms of accuracy of determining the boundaries of flood zones are proposed, which will correspond to the accuracy of determining the boundaries of the lands of the water fund. In order to test the developed algorithm, we chose the territory of the Ob-Tomsk interfluve, for which zoning was carried out according to the depth of groundwater and the territories of moderate and severe flooding were identified for the purpose of further more detailed study.

Keywords: GIS technology; occurrence depth; Unified state register of real estate; flood zone; engineering survey; restrictions The groundwater; zoning of the territory; accuracy of determination of coordinates; business activity.

Поступила 14.09.2020
Доработана 28.02.2021

Принята к печати 01.03.2021

Введение

Несмотря на существующие публикации [2, 3, 9], методические указания и нормативную документацию, посвященную вопросам определения границ зон подтопления, до сих пор отсутствует регламентированная методика, предусматривающая порядок определения и оценку точности границ таких зон.

Прежде всего, это связано с крайне острым дефицитом специализированной информации по оценке условий развития подтопления, вызванного отсутствием широкомасштабных работ, направленных на районирование территорий промышленной и гражданской застройки по условиям залегания подземных вод. Сдерживающим фактором развития работ подобного характера является их высокая стоимость, вызванная необходимостью выполнения больших объемов изысканий. По этой причине действия, направленные на исследование процессов подтопления, как правило, ограничены только локальными участками, где выявлена реальная угроза нарушения условий эксплуатации инженерных сооружений [10].

Определение границ зон подтопления является важной государственной задачей для обеспечения устойчивого развития территории и безопасности жизнедеятельности. Особенно актуальным является установление границ зон подтопления на участках, где развитие таких процессов не очевидно: возникновение техногенного подтопления после застройки территории за счет проявления барражного эффекта под влиянием фундаментов зданий и сооружений различного типа [1] или утечек из коммуникационных сетей.

Повсеместно геоинформационные системы [6] применяются наравне с предпринимательской и коммерческой деятельностью в сфере лесного и сельского хозяйства, экологии, в государственной сфере, сфере транспорта и коммунального хозяйства [18]. ГИС-технологии используются для автоматического создания цифровых карт [13, 17], проведения сложного пространственного анализа, моделирования и прогнозирования, упрощения обработки полученных результатов инженерных изысканий, сохранения информации во внешних базах данных [19] и многого другого [5, 12, 16]. Успешный опыт

применения компьютерной обработки картографических материалов показывает, что использование ГИС-технологий для определения границ зон потенциального подтопления для оперативной оценки риска [14] его развития и внесения сведений в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) способно существенно сократить временные и финансовые затраты, при одновременном охвате больших по площади территорий.

Материалы и методы исследования

Совершенствование существующей технологической схемы определения и внесения границ зон подтопления в Единый государственный реестр недвижимости рассмотрено на примере территории Обь-Томского междуречья, которая характеризуется обилием поверхностных водных объектов, большинство из которых представлено старичными озерами р. Томь, однообразным рельефом с заболоченными участками, а также наличием крупного месторождения подземных вод, используемого в качестве единственного источника питьевого водоснабжения г. Томска, – Томского подземного водозабора.

Для оценки расчетной величины глубины залегания подземных вод объединялись возможности трех программных комплексов:

- система автоматизированного проектирования *AutoCAD* использована для предварительной обработки и актуализации карты поверхностных водных объектов на территории Обь-Томского междуречья на основе картографического материала;
- геоинформационная система *Surfer-15* задействована для обработки и редактирования результирующей карты расчетной мощности глубины залегания уровня подземных вод и визуализации результатов расчета мощности зоны аэрации;
- геоинформационная система *ArcGis* использована для создания массива базовых точек с отметками уровенной поверхности подземных вод и оценки расчетной мощности зоны аэрации.

В качестве исходных данных для исследования гидрогеологических условий по косвенным признакам использованы крупномасштабные карты

масштаба 1:10 000 выпуска 1992 года (обновление не проводилось), которые выполняют роль дежурной карты Администрации Томского района. Для получения дополнительной информации в отдельных случаях привлекались другие топографические планы, в том числе и в электронном представлении. Уточнение границ современной застройки выполнялось с использованием космоснимков сверхвысокого разрешения интернет-ресурса Esri Maps путем совмещения с топографическими планами и кадастровыми планами территории Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области. На локальных участках использованы данные паспортов буровых скважин из доступных архивов материалов инженерно-геологических изысканий. Данные о поверхности рельефа получены на основе обработки результатов космической радарной съемки, представленных цифровой моделью рельефа SRTM3 с разрешением исходных растровых изображений 90 м на один пиксель, уточненных топографической съемкой масштаба 1:500.

Результаты

Алгоритм определения границ зон подтопления

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов к зонам подтопления относится территория, подвергающаяся комплексному гидрогеологическому и инженерно-геологическому процессу, при котором в результате изменения водного режима и баланса территории происходит повышение уровня подземных вод и/или влажности грунтов, приводящие к нарушению хозяйственной деятельности на данной территории, изменению физических и физико-химических свойств подземных вод и грунтов, видового состава, структуры и продуктивности растительного покрова, трансформации мест обитания животных, в результате подпора со стороны водохранилищ, рек, других водных объектов или воздействия любой другой хозяйственной деятельности и природных факторов.

Нужно заметить, что очень часто при выделении на карте подобных зон происходит подмена понятий, когда зонами подтопления называют участки, подверженные затоплению в результате разлива поверхностных водотоков, и совершенно не учитывают участки реального подтопления за счет поднятия уровня подземных вод.

По нормам Земельного кодекса Российской Федерации зоны подтопления относятся к зонам с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ), сведения о которых подлежат внесению в реестр границ Единого государственного реестра недвижимости в связи с изменением нормативно-правового обеспечения до 2022 года. Существующий порядок внесения сведений в ЕГРН можно представить в виде упорядоченной схемы последовательных действий, показанной на рис. 1 [11].

После внесения сведений о границах зон подтопления в ЕГРН в соответствии с Водным кодексом Российской Федерации устанавливается особый режим землепользования [11], согласно которому вводятся ограничения использования земельных участков, находящихся в границах таких зон (рис. 2).

В настоящее время границы зон подтопления определяются Федеральным агентством водных ресурсов на основании предложений органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, подготовленных совместно с органами местного самоуправления, в соответствии с порядком, включающим в себя: принятие решения об установлении таких зон, определение их границ, согласование, внесение и отображение сведений (рис. 3). Однако существующий порядок не предъявляет требования к содержанию работ по определению границ и оценке их точности.

В этой связи нами предложен алгоритм определения границ зон потенциального подтопления с целью внесения сведений в ЕГРН, основанный на упрощенной оценке глубины залегания подземных вод. Оценку рекомендуется выполнять на основе базовых принципов метода морфоструктурно-

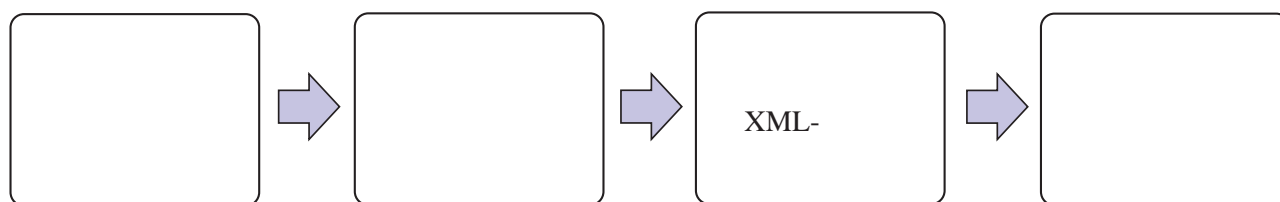
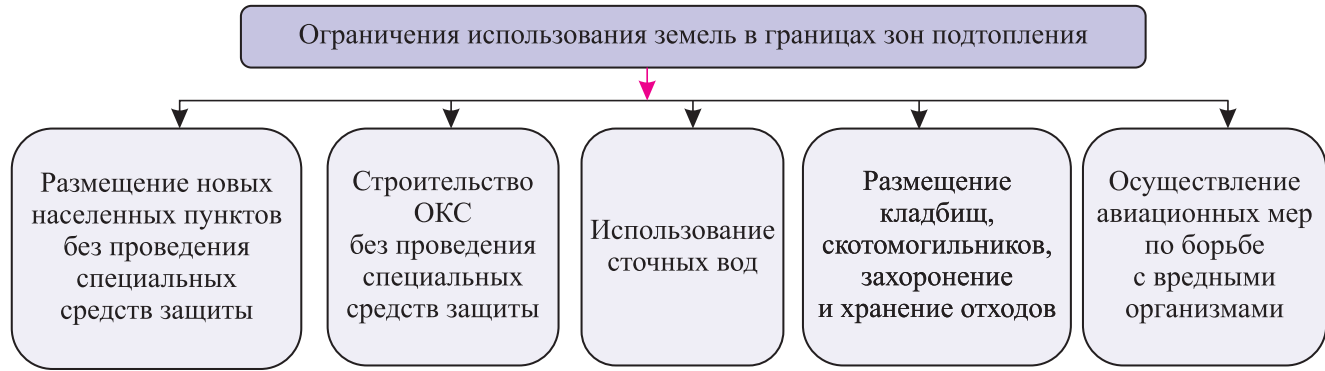


Рис. 1. Существующий порядок установления границ зон с особыми условиями использования территорий для внесения в Единый государственный реестр недвижимости

Fig. 1. The existing procedure for establishing the boundaries of zones with special conditions for the use of territories for inclusion in the Unified State Register of Real Estate



Примечание: ОКС – объект капитального строительства

Рис. 2. Ограничение в использовании земельных участков в границах зон подтопления

Fig. 2. Restriction in the use of land within the boundaries of flood zones

гидрогеологического анализа, разработанного на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института [4], с использованием информации, доступной через сетевые ресурсы Интернет, и применением возможностей ГИС-технологий. Использование данного алгоритма обусловлено, с одной стороны, очевидной необходимостью учета глубины залегания подземных вод, а с другой стороны – острым дефицитом специализированных карт, полученных при целенаправленном изучении гидрогеологических условий.

Предложенное совершенствование алгоритма определения границ зон подтопления заключается во включении в традиционную методику третьего раздела технологической схемы двух принципиально новых блоков (рис. 3):

- блока, реализующего использование электронной гидрографической карты (ее создание при необходимости);
- блока, предусматривающего использование топографической основы с целью получения данных о рельефе территории.

Главной особенностью данного предложения является то, что без проведения дорогостоящих инженерных изысканий реализуется возможность выявления зон умеренного и сильного подтопления, которые при необходимости могут быть изучены более детально с целью разработки защитных мероприятий.

На основе предложенного алгоритма предлагается установить нормативную точность определения координат характерных точек границ зон подтопления 5 метров вне зависимости от категории земель, на которых расположены такие зоны.

Для определения степени подтопления в качестве основного исходного картографического материала предлагается использовать топографические карты местности, ортофотопланы и материалы

спутниковых наблюдений (космические снимки). Соответственно, для определения координат поворотных точек границ зон подтопления рекомендовано применять картометрический или фотограмметрический метод, точность которых зависит от используемого исходного картографического материала и не должна превышать установленной нормативной точности для категории земель водного фонда – 5 метров.

Апробация методики определения границ зон потенциального подтопления для оперативной оценки риска его развития на территории Обь-Томского междуречья

Для территории северной части Обь-Томского междуречья нами построена оценочная карта глубин залегания подземных вод, позволяющая выполнить районирование территории по условиям развития подтопления. В основу такого районирования положены требования СНиП, согласно которым к подтопленным территориям должны быть отнесены участки с глубиной залегания подземных вод менее трех метров.

Районирование территории, технически выполненное с использованием возможностей программных комплексов *AutoCAD*, *Surfer-15* и *ArcGis*, позволяет выделять участки, находящиеся в разных условиях по отношению к развитию процессов подтопления:

- в естественно подтопленном состоянии;
- в зоне развития процессов подтопления;
- за пределами развития процессов подтопления;
- за пределами очевидного риска развития процессов подтопления.

Необходимо также отметить, что на территории с глубиной залегания уровня подземных вод более 10 метров все же не исключается возможность

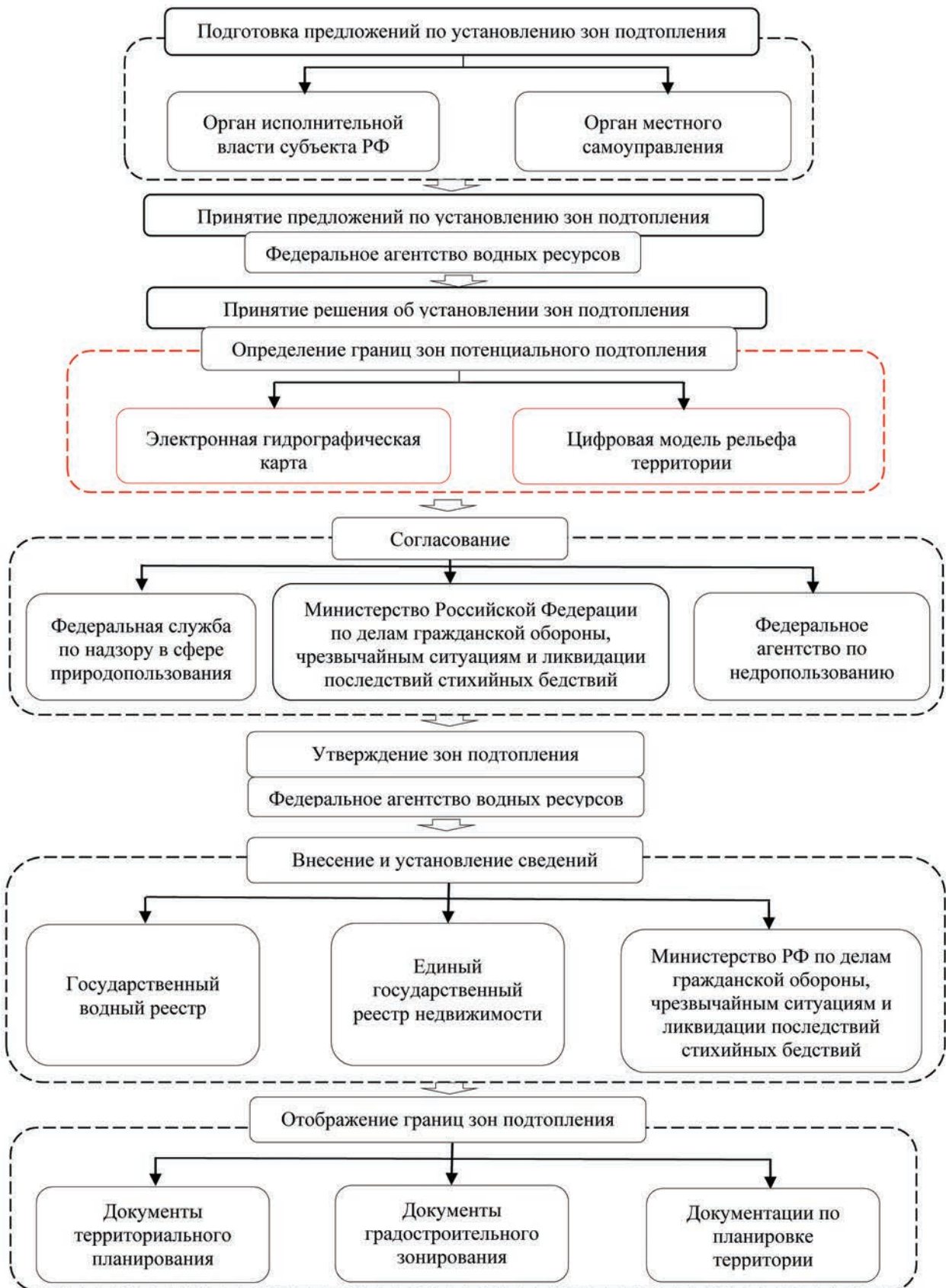


Рис. 3. Технологическая схема определения и внесения границ зон подтопления в Единый государственный реестр недвижимости

Fig. 3. Technological scheme for determining and entering the boundaries of flood zones in the Unified State Register of Real Estate

развития процессов подтопления за счет формирования техногенной верховодки на высоких гипсометрических отметках. Риск таких изменений гидрогеологических условий зависит от интенсивности утечек коммуникаций в случае износа водонесущих коммуникаций, неконтролируемых аварий и особенностей строения геологического разреза. Перечисленные факторы в данной работе не рассматриваются.

Применение предложенного алгоритма определения границ зон подтопления позволил на территории Обь-Томского междуречья (рис. 4) провести районирование по глубине залегания подземных вод, представленное в табл. 1.

Полученная карта районирования территории Обь-Томского междуречья с использованием ГИС-технологий позволила определить территории, подверженные интенсивному подтоплению, требующие к себе повышенного внимания. Во-первых, все инженерные сооружения в границах таких зон испытывают риск потери устойчивости оснований фундаментов. Во-вторых, оценка реальных масштабов последствий негативного влияния процессов подтопления требует проведения специализированных наблюдений не только за техническим состоянием инженерных сооружений, но и за режимом подземных вод. В-третьих, результаты дополнительных исследований могут быть

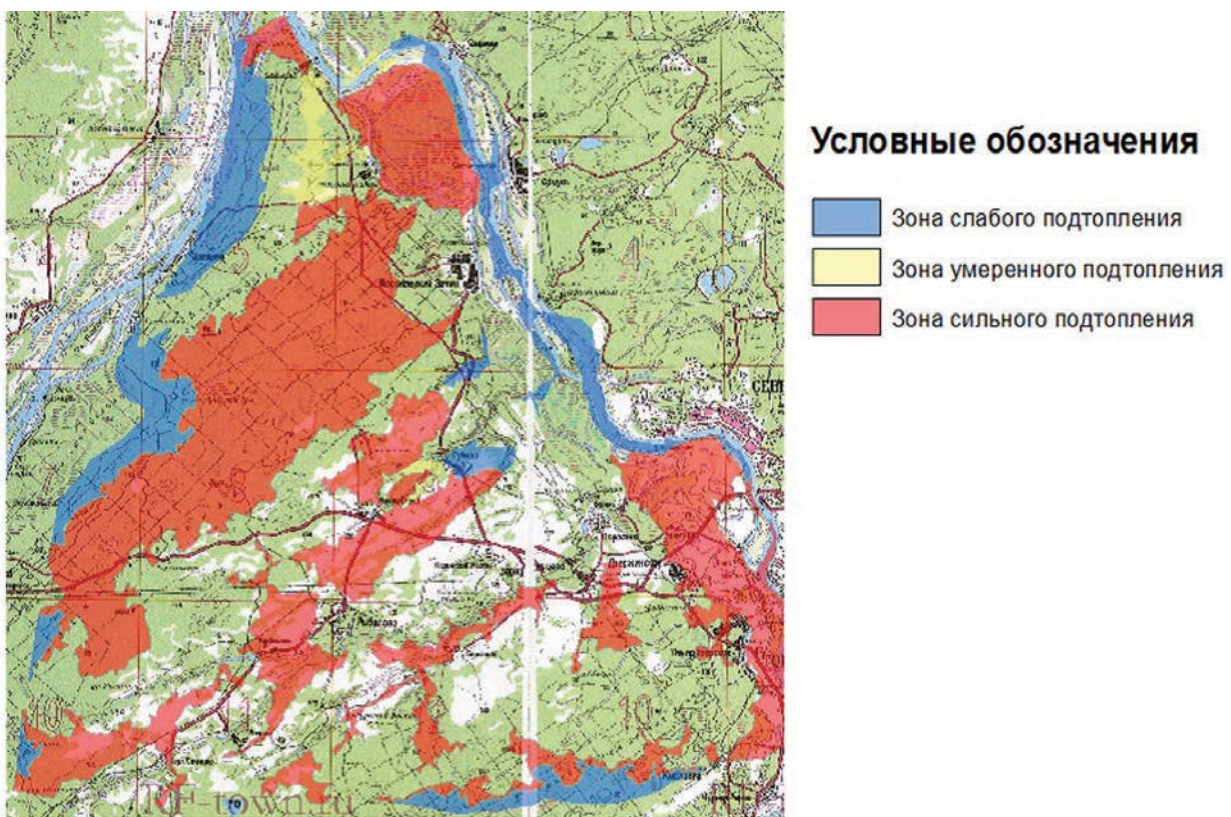


Рис. 4. Результат использования ГИС-технологий для оперативной оценки риска развития подтопления территории Обь-Томского междуречья

Fig. 4. The result of the use of GIS technologies for the operational risk assessment of the development of flooding of the Ob-Tomsk interfluve

Таблица 1

Оценка площади земель, подверженных процессам подтопления на основе районирования территории Обь-Томского междуречья по степени подтопления

Table 1. Assessment of the area of land subject to flooding processes based on the zoning of the territory of the Ob-Tomsk interfluve by the degree of flooding

Территория	Площадь, га	Площадь, %
Сильного подтопления	52 550,8	37
Умеренного подтопления	1 719,6	2
Слабого подтопления	13 242,8	9
За пределами развития процессов подтопления	74 482,6	52
Обь-Томского междуречья	141 995,8	100

использованы для разработки и оптимизации инженерных мероприятий по противодействию развития процессов подтопления и по борьбе с последствиями развития этого масштабного негативного инженерно-геологического процесса.

Кроме того, полученные границы зон сильного подтопления целесообразно без промедления вносить в ЕГРН с целью дальнейшего ограничения хозяйственного использования земельных участков в границах таких зон и планирования защитных мероприятий.

В настоящее время на территории Обь-Томского междуречья ведется активная застройка. В этой связи авторами выполнена оценка динамики изменения освоенных земель в окрестностях населенных пунктов, в которой сопоставлены имеющиеся картографические материалы (планшеты масштаба 1:10 000) с современными космоснимками сверхвысокого разрешения. В результате выполненного анализа установлено, что за последнее время площадь застройки в границах муниципальных образований значительно увеличилась (рис. 5)

Выявлено, что в границах зоны сильного подтопления располагаются земельные участки, виды разрешенного использования которых не соответствуют основным положениям Водного кодекса РФ в части ограничений хозяйственной деятельности. Например, земельный участок, расположенный по адресу: Томская область, г. Томск, тракт Шегарский, 9 используется «для эксплуатации сооружения АЗС» (рис. 6). Соответственно, не обеспечивается ограничение в границах зоны подтопления в части размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ. Соответственно, при эксплуатации АЗС необходимо обеспечивать дополнительные меры по защите от подтопления.

Таким образом, экспертная оценка показывает, что есть острая необходимость не только в контроле интенсивности динамики изменения площади застройки, но и в своевременном оформлении фактических изменений использования земельных участков. Таким образом, границы зон подтопления в зависимости от степени освоенности территории должны регулярно обновляться и своевременно вноситься в Единый государственный реестр недвижимости, документы территориального планирования и градостроительного зонирования. В настоящее время в соответствии с действующим законодательством изменение границ зон затопления, подтопления осуществляется не реже одного раза в 10 лет. Законодательно установленная частота обновления текущей документации не отвечает современной динамике изменения границ освоенных территорий.

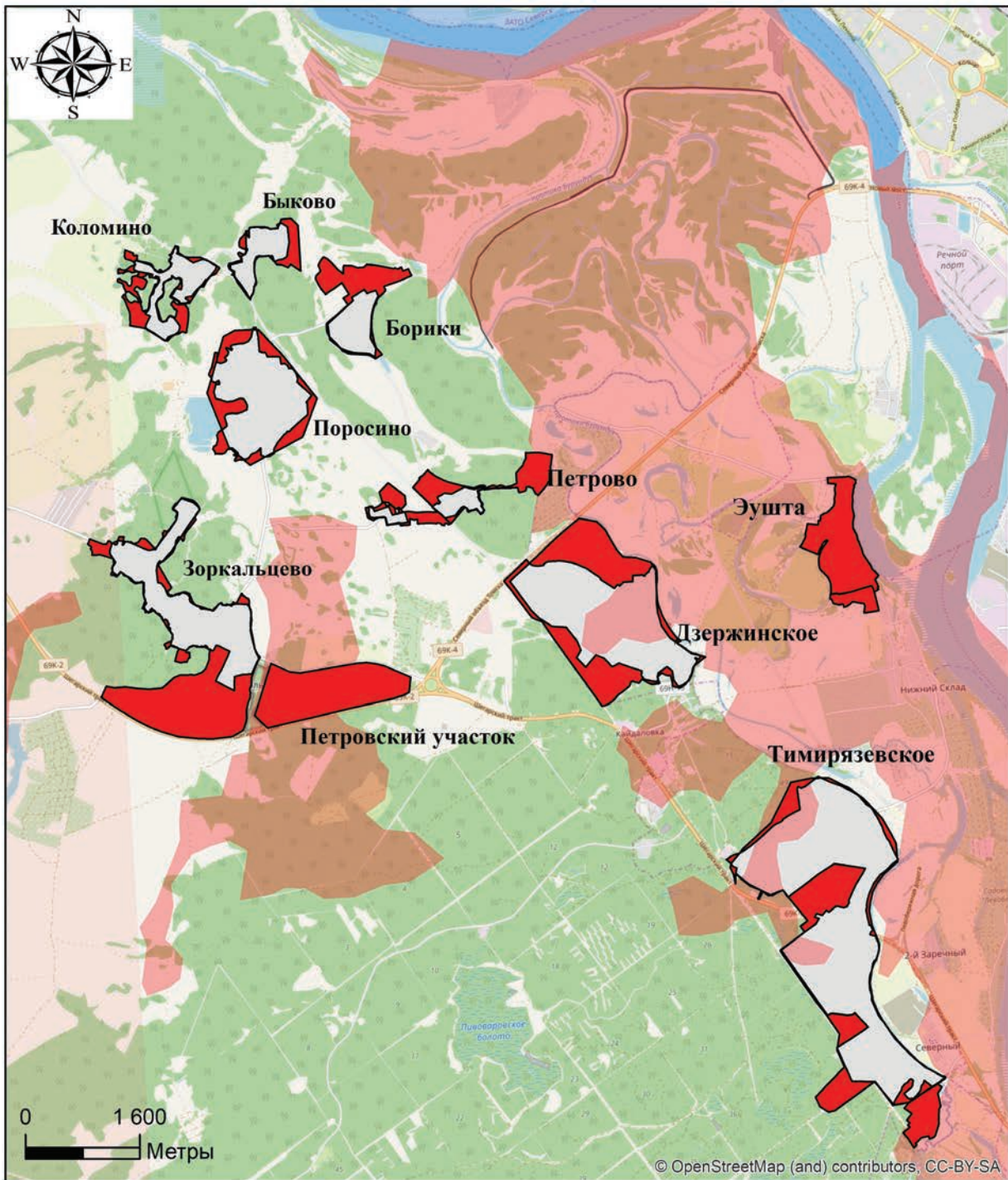
Результаты выполненных исследований показывают, что необходимо оценивать степень потенциального подтопления вновь вовлекаемых в сферу активной хозяйственной деятельности новых территорий. Решение проблемы опережающей оценки гидрогеологических условий становится возможным при использовании карты районирования территории по глубине залегания подземных вод.

Заключение

Темпы проведения тематических геологоразведочных работ за последнее время показывают, что традиционные методы изучения геологического разреза с применением большого объема буровых работ не могут обеспечить своевременной оперативной оценки гидрогеологических условий на обширных территориях существующей и перспективной застройки. Инженерные изыскания на локальных участках новой застройки, выполняемые в обязательном порядке, как правило, не решают задач, связанных с необходимостью обобщения полученных материалов инженерно-геологических изысканий для районов перспективной застройки с целью прогноза изменения гидрогеологических условий при хозяйственном освоении земель.

Можно назвать только один удачный пример прогноза подтопления, выполненный в 1980 году для территории города Томска, расположенного на правом берегу реки Томи по соседству с Обь-Томским междуречьем [7]. Здесь в результате комплексного ретроспективного анализа природно-техногенных условий городской застройки по архивным материалам строительных изысканий выполнено районирование территории по степени потенциальной подтопляемости. Результаты оформлены в виде серии карт инженерно-геологического и гидрологического содержания в масштабе 1:10 000.

Предложенный авторами подход анализа гидрогеологических условий с помощью ГИС-технологий позволяет существенно активизировать исследовательские работы этой направленности. В результате применения элементов морфоструктурно-гидрогеологического анализа возможно получить карту вероятных глубин залегания подземных вод, которая может быть использована, с одной стороны, как основа районирования территории по глубине залегания подземных вод, а с другой стороны – как обоснование необходимости постановки более детальных гидрогеологических работ на наиболее ответственных участках или территориях, планируемых к освоению. По результатам районирования можно оценить в процентном отношении количество земельных участков, расположенных в границах участков с небольшой глубиной залегания подземных вод, и в продолжение



Условные обозначения

Населённые пункты

- границы населённых пунктов 2020 г.
- границы населённых пунктов 1992 г.

Расчётные границы зон естественного подтопления

- зона слабого подтопления
- зона сильного подтопления

Рис. 5. Фрагмент карты-схемы роста урбанизированных территорий Обь-Томского междуречья в пределах расчётных границ зон естественного подтопления

Fig. 5. A fragment of a map-diagram of the growth of urbanized areas of the Ob-Tomsk interfluvium within the estimated boundaries of the zones of natural flooding

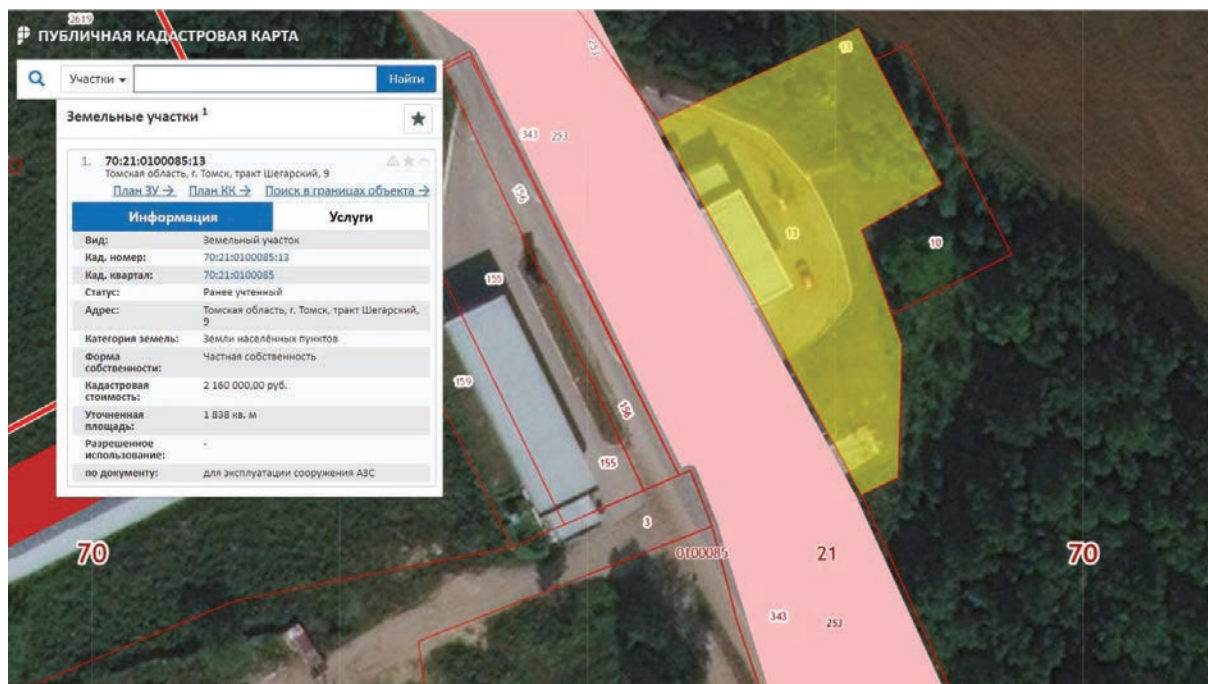


Рис. 6. Схема расположения земельного участка для эксплуатации сооружения автомобильной заправочной станции в границах зоны сильного подтопления

Fig. 6. The layout of the land for the operation of the construction of a gas station within the boundaries of the zone of severe flooding

этой оценки показать, какая часть существующих населенных пунктов находится в благоприятных или неблагоприятных условиях с позиции оценки риска развития такого опасного инженерно-геологического процесса, как подтопление.

Для более точной локализации развития процессов подтопления требуется дополнительная апробация и верификация результатов, полученных на основе косвенных оценок положения уровня подземных вод. Имеющиеся результаты районирования могут быть использованы для более обоснованного планирования масштабов дополнительных дорогостоящих исследований гидрогеологических условий с применением контрольного бурения гидрогеологических скважин и проведением комплекса специальных режимных наблюдений.

Что касается территории Обь-Томского междуречья, которая была выбрана в качестве примера для проведения такого рода исследований, то на ней лишь 50% земель не подвержены подтоплению. В настоящее время идет активное освоение территории ОТМ [8] в связи с близостью к историческому и административному центру г. Томска. При этом, застраивая территорию подверженную подтоплению, мы не только рискуем построенными объектами недвижимости, но и можем усилить антропогенную нагрузку на подземную гидросферу за счет аккумуляции загрязняющих веществ на подтопленных участках и проникновения через литологические

«окна» в нижележащие водоносные горизонты. В конечном итоге загрязняющие вещества могут попасть в эксплуатационные скважины Томского подземного водозабора [15].

Разработанный подход позволяет определять границы зон подтопления для внесения сведений о них в Единый государственный реестр недвижимости с целью дальнейшего ограничения хозяйственной деятельности в границах таких зон и справедливого налогообложения. Таким образом, достигается необходимая степень оперативной актуализации картографических материалов, направленных на повышение эффективности использования земельных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева О.И., Демченко Р.Я., Курчатова А.Н. Мониторинг мерзлых оснований зданий в Якутске // Криосфера Земли. – 1999. – Т. III, № 4. – С. 9-14.
2. Вильдяев В.М. О зонах затопления и подтопления на паводкоопасных территориях // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 2 (32). – С. 174-177.
3. Каспрва Ю.А. Зоны затопления и подтопления: основы правового режима // Современные тенденции развития экологического, земельного и аграрного права : материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 174-179.
4. Лукин А.А. Морфоструктурно-гидрогеологический анализ. Гидрогеологическое прогнозирование

и морфоструктурно-гидрогеологический анализ : учеб. пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 1995. – 48 с.

5. Любимова А.В., Диковский И.А. ГИС-анализ и типизация природных и техногенных факторов и рисков на территории Российской Федерации // Геоинформатика. – 2011. – № 2. – С. 61-68.

6. Кузеванов К.И., Дутова Е.М., Покровский Д.С. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска) // Изв. Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307, № 7. – С. 30-35.

7. Попов В.К., Козина М.В. Экологизация кадастровой оценки земель для устойчивого развития урбанизированных территорий // Изв. Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 11. – С. 98-105.

8. Попов В.К., Пасечник Е.Ю., Чилингер Л.Н., Аврунев Е.И., Редькина В.И. Мониторинг хозяйственного освоения территории в пределах зон санитарной охраны подземных водозаборов (на примере первой линии Томского подземного водозабора) // Изв. Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 3. – С. 7-21.

9. Шаликовский А.В., Соколов А.В. Проблемы установления границ зон затопления и подтопления // Водные ресурсы и водопользование : сб. материалов II Международной научно-практической конференции. – Чита : Забайкальский государственный университет, 2018. – С. 13-17.

10. Шепелев В.В., Попенко Ф.Е. Об организации инженерной защиты территории г. Якутска от подтопления и обводнения // Наука и техника в Якутии. – 2007. – № 3. – С. 31.

11. Чилингер Л.Н. Методический подход к установлению границ зон с особым водным режимом: обоснование и технологическая схема реализации // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Вып. 3 (24). – С. 222-237.

12. Badenko V., Kurtener D., Yakushev V.P., Torbert A., Badenko G. Evaluation of current state of agricultural land using problem-oriented fuzzy indicators in GIS environment // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – V. 9788. – P. 57-69.

13. Klikunova A.Yu., Khoperskov A.V., Agafonnikova E.O., Kuz'mich A.S., Dyakonova T.A. Creation of cadastral maps of flooding based on numerical modeling // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2019. – V. 6, No. 2. – P. 3-17.

14. Oriola E., Chibuike C. Flood risk analysis of EDU local government area (Kwara state, Nigeria) // Geography, Environment, Sustainability. – 2016. – V. 9, No. 3. – P. 106-116.

15. Pasechnik E.Yu., Chilinger L.N. Development of the methods of environmental and sanitary-hygienic

assessment of urbanized lands (on the example of the Ob-Tom interfluve) [Electronic resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – V. 350. – Conference 1. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/350/1/012041>.

16. Rozpondek R., Wancisiewicz K., Kacprzak M. GIS in the studies of soil and water environment // Journal of Ecological Engineering. – 2016. – V. 17, No. 3. – P. 134-142.

17. Shalikhovskiy A., Kurganovich K. Flood hazard and risk assessment in Russia // Natural Hazards. – 2017. – V. 88, No. S1. – P. 133-147.

18. ГЛОНАСС. Межотраслевой журнал навигационных технологий [Электронный ресурс]. – URL: http://vestnik-ghonass.ru/news/tech/the_field_of_application_of_gis/ (дата обращения: 18.06.2020).

19. Русская промышленная компания. Комплексная автоматизация проектно-конструкторских и технологических работ [Электронный ресурс]. – URL: <https://cad.ru/ru/service/solutions/geo.php> (дата обращения: 5.08.2020).

REFERENCES

1. Alekseeva O.I., Demchenko R.Ya., Kurchatova A.N. Monitoring of the frozen foundations of buildings in Yakutsk // Earth's Cryosphere. 1999. V. 3, No. 4. P. 9-14.

2. Vil'dyaev V.M. On flood zones and flooding in flood hazardous territories // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. 2015. No. 2 (32). P. 174-177.

3. Kasprova Yu.A. Flooding and flooding zones: the basis of the legal regime // Current Trends in the Development of Environmental, Land and Agricultural Law : Materials of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, Russian, 2018. P. 174-179.

4. Lukin A.A. Morphostructural-hydrogeological analysis. Hydrogeological forecasting and morphostructural-hydrogeological analysis. Russian : Tomsk : Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 1995. 48 p.

5. Lyubimova A.V., Dikovskiy I.A. GIS-analysis and classification of natural and technogenic hazards in Russian Federation. Geoинформатика. 2011. No. 2. P. 61-68.

6. Kuzevanov K.I., Dutova E.M., Pokrovskij D.S. The use of geographic information technologies in the study of processes of technogenic flooding of urbanized territories (for example, the city of Tomsk) // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2004. V. 307, No. 7. P. 30-35.

7. Popov V.K., Kozina M.V. Greening the cadastral valuation of land to study the development of urban areas // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2015. V. 326, No. 11. P. 98-105.

8. Popov V.K., Pasechnik E.Yu., Chilinger L.N., Avrunev E.I., Red'kina V.I. The Monitoring of economic development within the bounds of underground water

intake protective sanitary zone territory (by the example of Tomsk underground water intake line) // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2020. V. 331, No. 3. P. 7-21.

9. SHalikovskij A.V., Sokolov A.V. Problems of establishing the boundaries of flood zones and flooding // Water resources and water use : Sat Materials of the II International Scientific and Practical Conference, Chita : Transbaikal State University, 2018. P. 13-17.

10. Shepelev V.V., Popenko F.E. About the organization of engineering protection of the territory of Yakutsk against flooding and flood // Science and technology in Yakutia. 2019. No. 3. P. 31.

11. Chillinger L.N. Methodological approach to establishing the boundaries of zones with a special water regime: justification and technological scheme of implementation // Bulletin of SSUGiT. 2019. V. 3 (24). P. 222-237.

12. Badenko V., Kurtener D., Yakushev V.P., Torbert A., Badenko G. Evaluation of current state of agricultural land using problem-oriented fuzzy indicators in GIS environment // Lecture Notes in Computer Science. 2016. V. 9788. P. 57-69.

13. Klikunova A.Yu., Khoperskov A.V., Agafonnikova E.O., Kuz'mich A.S., Dyakonova T.A. Creation of cadastral maps of flooding based on numerical modeling //

Journal of Computational and Engineering Mathematics. 2019. V. 6, No. 2. P. 3-17.

14. Oriola E., Chibuike C. Flood risk analysis of EDU local government area (Kwara state, Nigeria) // Geography, Environment, Sustainability. 2016. V. 9, No. 3. P. 106-116.

15. Pasechnik E.Yu., Chilinger L.N. Development of the methods of environmental and sanitary-hygienic assessment of urbanized lands (on the example of the Ob-Tom interfluve) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 350. Conference 1 [Electronic resource]. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/350/1/012041>.

16. Rozpondek R., Wancisiewicz K., Kacprzak M. GIS in the studies of soil and water environment // Journal of Ecological Engineering. 2016. V. 17, No. 3. P. 134-142.

17. Shalikovskiy A., Kurganovich K. Flood hazard and risk assessment in Russia // Natural Hazards. 2017. V. 88. No. S1. P. 133-147.

18. GLONASS. Intersectoral journal of navigation technologies [Electronic resource]. http://vestnik-ghonass.ru/news/tech/the_field_of_application_of_gis/.

19. Russian industrial company. Complex automation of design and technological works. [Electronic resource]. URL: <https://cad.ru/ru/service/solutions/geo.php> (date of access: 5.08.2020).

Информация об авторах

Information about authors

Кузеванов Константин Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент отделения геологии инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета. 634028, Россия, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 2/5. E-mail: kki@tpu.ru.

***Kuzevanov Konstantin Ivanovich**, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, Associate Professor, Division for Geology, School of Earth Sciences & Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University. 2/5, Lenin Avenue, Tomsk, Tomsk region, 634028, Russia. E-mail: kki@tpu.ru.*

Пасечник Елена Юрьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент отделения геологии инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, 634028, Россия, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 2/5. E-mail: paseyu@yandex.ru.

***Pasechnik Elena Yuryevna**, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, associate Professor, Division for Geology, School of Earth Sciences & Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University. 2/5, Lenin Avenue, Tomsk, Tomsk region, 634028, Russia. E-mail: paseyu@yandex.ru.*

Чилингер Лилия Наримановна, старший преподаватель отделения геологии инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, 634028, Россия, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 2/5. E-mail: lilichilinger@gmail.com.

***Chilinger Liliya Narimanovna**, Senior Lecturer, Division for Geology, School of Earth Sciences & Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University. 2/5, Lenin Avenue, Tomsk, Tomsk region, 634028, Russia. E-mail: lilichilinger@gmail.com.*