

Т. А. Филиппова¹, В. А. Гоман^{1}*

Анализ расположения территорий г. Омска, подверженных затоплению, с помощью методов дистанционного зондирования Земли

¹ Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск,
Российская Федерация

* e-mail: va.goman1720@omgau.org

Аннотация. В статье анализируются подходы и методы к изучению особенностей месторасположения территорий, наиболее часто подвергающимся влиянию опасно-гидрологических явления на территории г.Омск. Предполагается, что земли, входящие в состав зон с особым водным режимом, имеют общие закономерности геологического, географического и гидрологического характера. Целью исследования является апробация технологии геоинформационного анализа территорий, подверженных затоплению (подтоплению) с применением методов дистанционного зондирования (данные космической съемки в период с 2009 по 2020 гг., полученные при помощи ПО Google Earth Pro). Основные методы: картографический, монографический, теоретический анализ и другие аналитические методы. Результаты: применение методов дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) позволит проанализировать и выявить предрасположенность территорий, подверженных затоплению. Получение достоверных и практико-ориентированных картографических данных даст возможность первоэтапного территориального планирования и градостроительного зонирования, с последующей разработкой мероприятий по защите территорий от затопления [1].

Ключевые слова: гидрологические явления, затопление, дистанционное зондирование Земли, мониторинг

T. A. Filippova¹, V. A. Goman^{1}*

Analysis of the location of the territories of Omsk, prone to flooding, using remote sensing methods of the Earth

¹ Omsk State Agrarian University named after P.A.Stolypin, Omsk, Russian Federation

* e-mail: va.goman1720@omgau.org

Abstract. The article analyzes approaches and methods to studying the location of territories that are most often exposed to the influence of hazardous hydrological phenomena in the territory of Omsk. It is assumed that the lands that are part of zones with a special water regime have common geological, geographical and hydrological patterns. The purpose of the study is to test the technology of geoinformation analysis of areas prone to flooding using remote sensing methods (satellite imagery data from 2009 to 2020, obtained using Google Earth Pro). Main methods: cartographic, monographic, theoretical analysis and other analytical methods. Results: the use of remote sensing methods (hereinafter referred to as remote sensing of the Earth) will allow us to analyze and identify the susceptibility of areas prone to flooding. Obtaining reliable and practice-oriented cartographic data will enable first-stage territorial planning and urban zoning, with the subsequent development of measures to protect territories from flooding.

Keywords: hydrological phenomena, flooding, remote sensing of the Earth, monitoring

Введение

В связи с увеличением количества случаев затоплений (подтоплений), а также наводнений земель населенных пунктов, на первый план выходят задачи по обеспечению безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития территорий. Одним из наиболее перспективных инструментов их решения является изучение опасных природных процессов и явлений с позиции риска. Затопления (подтопления) являются наиболее распространенным видом стихийных бедствий (32%), которые наносят значительный ущерб экономике страны [2].

Объектом исследования является территория г. Омск, который находится в зоне риска по затоплениям (подтоплениям). Нормативная документация, существующие положения и технические задания, проведение комплексных инженерно-геодезических, геологических и гидрологических изысканий не имеют четких алгоритмов для комплексного мониторинга, анализа и решения проблем, возникающих на территориях с особым водным режимом [3]. Следовательно, комплексный и своевременный анализ месторасположения территорий, подверженных затоплению (подтоплению), при помощи методов ДЗЗ, является актуальной научно-технической задачей [4].

Физико-географическая характеристика района работ

Исследования, описанные в данной работе, проводились на территории г. Омск (рис.1).

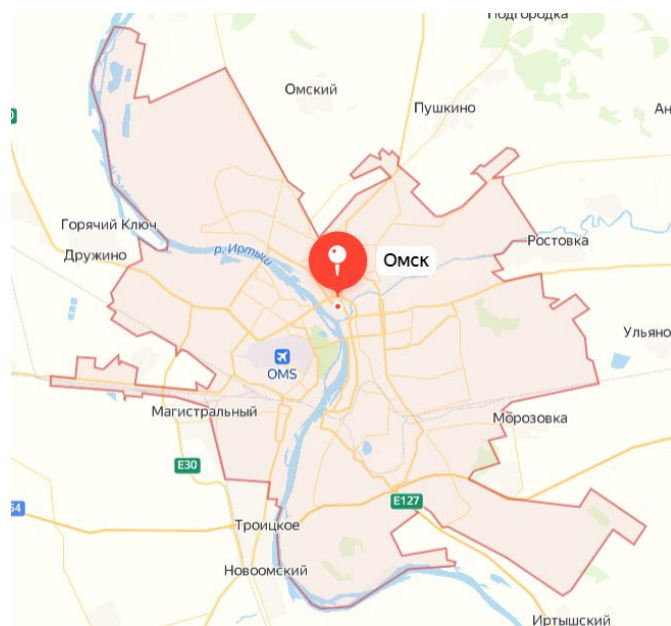


Рис.1. Обзорная схема участка работ

Природная специфика территории Омской области заключается в ее равнинности, слабой дренированности, переувлажнении почвы, большом снегонакоплении, резком установлении теплой погоды. Вследствие данных факторов на территории города имеют место все виды гидрологических явлений (рис.2) [5].



Рис.2. Классификация гидрологических явлений

Ежегодно активными темпами идет процесс таяния снега. Ото льда освобождается Иртыш, малые реки (Омь, Тара, Оша, Ишим, Туй, Уй, Шиш, Большой Аёв) и другие водные объекты. Каждую весну в регион приходит паводок. Также не стоит забывать и о затоплении огромным количеством талых вод, которые обусловлены ежегодным превышением нормы снежных осадков на 26-50 %, предзимней влагозарядка почвы больше нормы на 50-100% (по данным Главного управления МЧС России по Омской области на 20.03.2023 г.) [6].

Затоплению территорий сопутствует высокий уровень грунтовых вод. В условиях дружного снеготаяния могут возникнуть благоприятные условия для возникновения опасных и неблагоприятных явлений – затопления (подтопления) талыми водами пониженных участков рельефа бессточных областей.

Значимость рассмотрения данной проблемы обусловлена историческим обоснованием и застройкой г. Омска вдоль водной акватории и прибрежной территории р. Иртыш и р. Омь, которые периодически подвергаемы затоплениям (подтоплениям).

Важность данной проблеме придает и то, что сложилась тенденция освоения и заселения территории возле рек основными и наиболее значимыми видами территориальных зон (жилые; общественно-деловые; производственные зоны; зоны особо охраняемых территорий, имеющих особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное особо ценное значение).

Ситуацию немного облегчает то, что гидротехнические сооружения (гидроузлы, плотины, котлованы-накопители, балки, дамбы, золоотвалы) и объекты транспортной инфраструктуры (мосты) в зоны затопления не попадают. По информации Главного управления ветеринарии Омской области на территории субъекта скотомогильников, попадающих в зону затопления (подтопления) нет.

Историческая справка об опасно-гидрологических явлениях г. Омск. Две реки, сливающиеся в центре города, – источник опасности при весенних разливах. Страх перед наводнениями был одной из причин переноса Омской крепости в 1765г. с пологого левого на крутой правый берег (рис.3) [7].

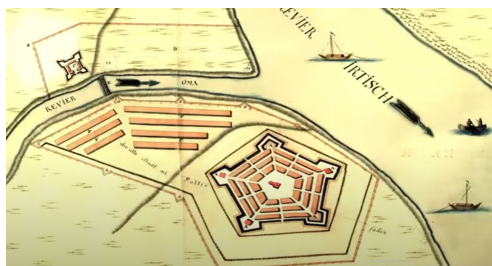


Рис.3. Схематическое изображение переноса Омской крепости

Из многочисленных исторических упоминаний о наводнениях в г. Омск следует вывод о том, что некоторые территории города действительно подвержены затоплению (подтоплению).

Методы и материалы

Заторы льда образуются в одних и тех же участках Иртыша, что связано с геоморфологическими особенностями строения речного русла: наличием крутых излучин, островов, сужений, порогов. В весенний период при наличии большой толщины льда на Иртыше из-за продолжительной, снежной, холодной зимы и ранней, резкой весны, при разрушении ледяного покрова формируются заторы льда, приводящие к резкому подъему уровня воды. Если совмещаются факторы, благоприятные для высокой водности и образования заторов льда, наблюдаются наводнения, попадающие в разряд катастрофических (Согласно ГОСТ по чрезвычайным ситуациям) (рис.4) [8].



Рис.4. Классификация затоплений

Исходя из цели работы и требуемого результата, был выбран метод дистанционного зондирования Земли. Под данными ДЗЗ принимаются первичные и производные материалы, полученные неконтактными способами с использова-

нием авиационных и космических средств. Такие данные различаются по пространственному охвату территории съемки, разрешению снимка, количеству каналов и дате съемки [9].

ДЗЗ с применением съемочных систем и спутников на исследуемом объекте использована из-за того, что происходят сезонные изменения, провоцирующие затопление и подтопление территории и требующие анализа и принятия решений. А также ввиду того, что отсутствует практическая возможность или экономическая целесообразность детального изучения местности.

На исследуемом участке апробирована работа с одним из видов выходных данных ДЗЗ – космическими снимками, находящимися в свободном доступе в ПО Google Earth Pro. В результате выполненных работ получили картографический материал с нанесением схематичного расположения затопляемых (подтопляемых) территорий в г. Омск в эти же годы.

Качество снимков удовлетворяет требованиям работы, т.к. целью исследования является не построение планов, проектов и картографического материала, а мониторинг и анализ расположения территорий, подверженных затоплению. Выбор снимков удовлетворяет критериям: снимки получены в одинаковое время года и имеют высокие показатели фотографического качества (снимок имеет однородную и достаточную резкость, контрастность изображения; теней, облачности и засветов нет) [10, 11].

Отобразим исторические территории затоплений г. Омска схематично на одном из общедоступных картографических материалов (рис.5а, 5б, 5в, 5г).



Рис. 5 Территория затопления г. Омск:

- а) территория затопления г.Омск (апрель 1818 г.); б) территория затопления г.Омск (апрель 1877 г.); в) территория затопления г.Омск (апрель 1892 г.); г) территория затопления г.Омск (3 мая 1928 г.)

Анализ расположения территорий затопления г.Омск в XIX-XX вв. позволяет сделать вывод о том, что большинство земель, наиболее часто подвергающиеся опасным гидрологическим явлениям, находятся на правых берегах р.Иртыш и р.Омь (за исключением Луговской слободы на левом берегу Оми, территорию которую

в настоящее время занимает участок от ул.Подгорная до реки. Нахождение вблизи островов, затонов и крутых поворотов русла также является причиной затоплений ввиду того, что происходит нанос льда и вследствие – заторы. Между физическими величинами уровня рельефа и расхода воды существует определенная зависимость, называемая кривой расходов. Скорость течения и ширина рек в данных местах не позволяют в полном объеме пропускать объем воды в период половодья [12].

С ростом урбанизации, застройки и других антропогенных воздействий, связанных с увеличением водонепроницаемых покрытий, уменьшением пропускной способности русла, а также стеснением потока дорогами, дамбами, мостовыми переходами, объективно должен повышаться уровень воды в реках. Подтверждение данной гипотезе найдено в результатах работы с выходными данными ДЗЗ – космическими снимками с 2009 по 2020 гг. В данном случае объектом наблюдения на наличие возможного затопления (подтопления) стала территория левого берега Советского округа г.Омска в районе моста 60-летия ВЛКСМ и G-Drive Арены, построенной на месте «Арены Омск», которую снесли в 2019 из-за возможности разрушения. Ледовый стадион на засыпанной песком старице Иртыша, спустя чуть более 10 лет с момента строительства, не выдержал сезонных разливов реки и круглогодичных подмывов грунтовыми водами (рис.6а, 6б, 6в, 6г, 6д, 6е).

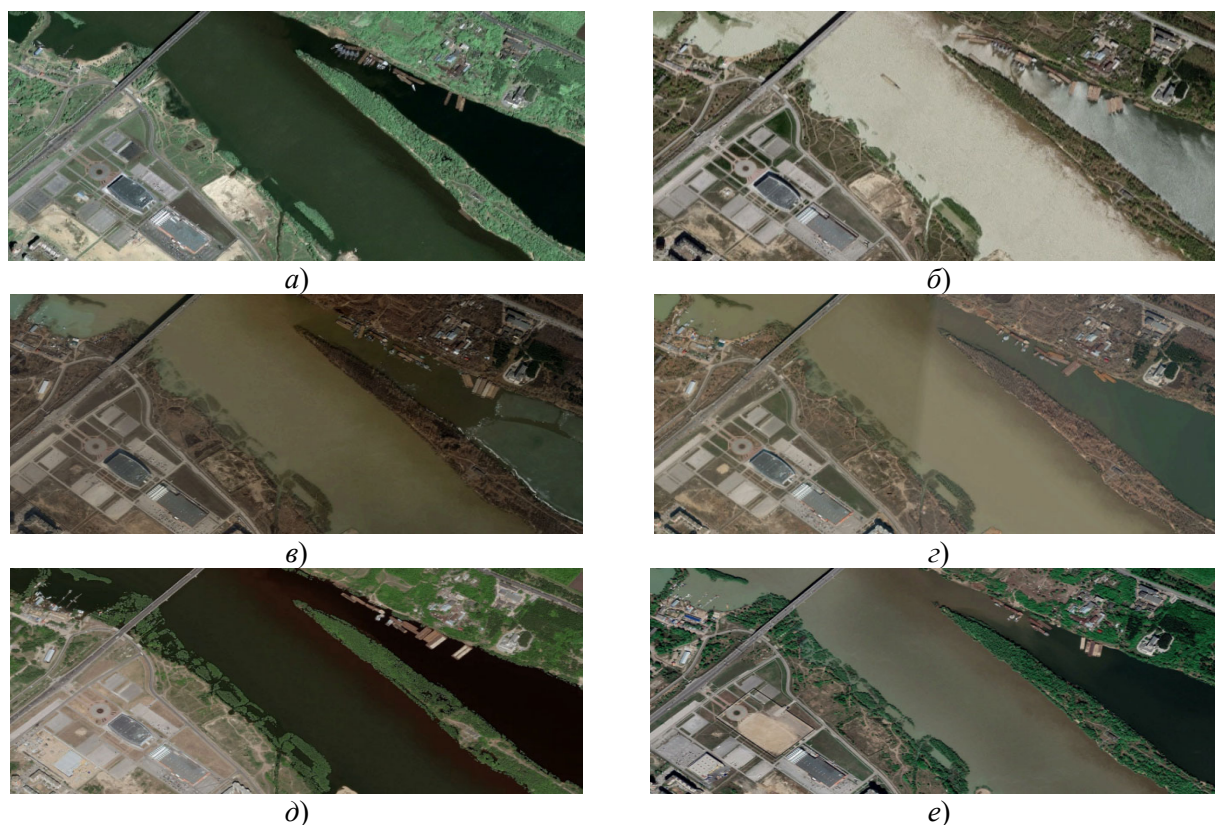


Рис. 6 Территория затопления (подтопления):

а) территория затопления (подтопления) (май 2009 г.); б) территория затопления (подтопления) (май 2011 г.); в) территория затопления (подтопления) (май 2014 г.); г) территория затопления (подтопления) (май 2015 г.); д) территория затопления (подтопления) (май 2016 г.); е) территория затопления (подтопления) (май 2020 г.)

Анализируя космические снимки, можно увидеть, что в период весеннего половодья линия уреза воды в исследуемом месте смещается ближе к городской застройке на 100-120 метров, сокращая расстояние от уреза до одного из важнейшего транспортного узла города до 10 метров (рис.6д).

Для Омска характерна высокая агрессивность грунтовых вод и они просто вымывают песок из отсыпанной старицы. Дополняет разрушительное воздействие на данной территории скорость и направление течения Иртыша, характер рельефа, а также рыхлые породы грунта, формируемые берег.

Заключение

Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные на территории г.Омска при помощи методов ДЗЗ, позволяют сделать следующие выводы:

– существующий порядок не предусматривает проведения комплексного геоинформационного анализа территории с особым водным режимом. Недостаточная проработанность ряда положений, связанных с прогнозом наводнений свидетельствует о необходимости дальнейшего углубления и расширения работ в данной области [13];

– в процессе материального производства человек все больше воздействует на гидрологические объекты. Влияние местных антропогенных действий ведет к нарушению естественного гидрологического режима рек и стокорегулирующих свойств водосборов. Как результат - увеличение зон и усилению объема затоплений, возникновению их там, где их прежде не было. Таким образом, с одной стороны, люди предпринимают массу усилий для борьбы с наводнениями, а с другой – своими действиями ведут к их усилению.

В связи с этим в 2010 начато строительство, а в 2023 г. возобновлена разработка проекта строительства Красногорского гидроузла в пригороде г. Омск, одной из главных целей которого является создание благоприятных условий для функционирования реки и урегулирование опасных гидрологических явлений;

– данные мониторинга методами ДЗЗ и их последующего анализа позволяют изучить опасные гидрологические процессы и явления с позиции риска, выявить предрасположенность территорий, подверженных затоплению;

– наличие достоверных и практико-ориентированных картографических данных даст возможность первоэтапного территориального планирования и градостроительного зонирования, с последующей разработкой мероприятий по защите территорий от затопления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Д. И. Супруненко, А. В. Ершов, А. В. Чернов. Использование беспилотных летательных аппаратов для целей административного обследования объектов земельных отношений / Д. И. Супруненко, А. В. Ершов, А. В. Чернов // Регулирование земельноимущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. Сборник материалов V национальной научно-практической конференции. Часть 3. – Новосибирск. – С. 126-129.

2. Об оценке ущерба от наводнений. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-otsenke-uscherba-ot-navodneniy/viewer> (Дата обращения 24.10.2023).

3. А. Н. Насонов, О. Н. Николаева, В. В. Кульнев, И. В. Цветков. Оценка и картографирование риска паводковых затоплений территории с применением фрактального анализа / А. Н. Насонов, О. Н. Николаева, В. В. Кульнев, И. В. Цветков // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. Сборник материалов V национальной научно-практической конференции. Часть 2. – Новосибирск. – С. 224-231.
4. Дубровский, А. В. Геоинформационные системы: базы и банки пространственных данных для целей кадастра и землеустройства : учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022.
5. ГОСТ Р 22.0.03-2020 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
6. Долгосрочный прогноз параметров ожидаемого весенне-летнего половодья на территории Омской области [Электронный ресурс] URL: <https://55.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/4974310> (Дата обращения 09.10.2023).
7. Самое мощное наводнение в Омске [Электронный ресурс] URL: http://omskregion.info/news/31164samoe_mochshnoe_navodnenie_v_omske_proizoshlo_v_19/?print (Дата обращения 1.10.2023).
8. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.
9. Пархоменко Н.А., Гоман В.А. Мониторинг изменения русла рек Западной Сибири с использованием результатов дистанционного зондирования// Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2021. - № 2 (25) апрель – июнь. – URL: <https://e-journal.omgau.ru/images/issues/2021/2/00915.pdf>.
10. 23. Назаров А.С. Средства получения цифровых снимков и методы их фотограмметрической обработки – Минск: Учебный центр подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы. 2009- 263 с.
11. 24. ГКИНП 02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. Федеральная служба геодезии и картографии России. – М.: Недра, 2002г. – 92с.
12. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». - М.:Недра, 2004. - 49 с.
13. 15. СНиП 2.05.15-85. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. – М., 1986. – 25 с.

© Т. А. Филиппова, В. А. Гоман, 2024