

Научная статья

УДК: 623.459.61

doi: 10.34987/2712-9233.2024.69.97.007

О необходимости формирования инструментов оценки профилактических мероприятий при прогнозировании паводкоопасной обстановки в геоинформационных системах

Сергей Николаевич Молодец

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Сергей Николаевич Молодец, kexana@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема необходимости формирования специальных инструментов оценки профилактических мероприятий для более точного прогнозирования паводкоопасной обстановки. В работе детально анализируются нормативные правовые акты по выявлению и классификации профилактических мероприятий, связанных с паводкоопасной обстановкой, а также виды информационных массивов, необходимых для применения геоинформатики в разработке и реализации инструментов по расчету и оценке эффективности мер для предотвращения негативных последствий наводнений.

Ключевые слова: геоинформационная система, обучение, чрезвычайная ситуация, профилактика, прогнозирование, паводок

Для цитирования: Молодец С.Н. О необходимости формирования инструментов оценки профилактических мероприятий при прогнозировании паводкоопасной обстановки в геоинформационных системах // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 1 (13). С. 29-34. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.69.97.007>

On the necessity of formation of tools for assessment of preventive measures at forecasting flood hazardous situation in geoinformation systems

Sergey N. Molodets

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Sergey N. Molodets, kexana@bk.ru

Abstract. This article considers the problem of necessity of formation of special tools for assessment of preventive measures for more accurate forecasting of flood hazardous situation. The paper analyzes in detail normative-legal documents for identification and classification of preventive measures related to flood hazardous situation. The paper analyzes in detail the types of information arrays necessary for the application of geoinformatics in the development and implementation of tools for calculating and assessing the effectiveness of measures to prevent the negative consequences of floods.

Keywords: geographic information system, training, emergency, prevention, forecasting

For citation: Molodets S.N. On the necessity of using geoinformation systems in the educational process of training specialists in the field of fire and technosphere safety // Actual problems of safety in the technosphere 2024. No. 1 (13). P. 29-34. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.69.97.007>

Стратегией национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400, обеспечение национальной безопасности предусмотрено посредством достижения целей и решения задач в рамках стратегических национальных приоритетов, одним из которых является обеспечение государственной и общественной безопасности.

Одной из целей обеспечения государственной и общественной безопасности является защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера.

Реализация государственной политики обеспечивается решением задач по повышению эффективности мер по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

Одними из наиболее катастрофичных по масштабам и ущербу природными катаклизмами являются воздействия паводков, половодий и наводнений на населенные пункты и инфраструктуру. В целях предупреждения ЧС органами управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) на региональном и муниципальном уровнях решается ряд основных задач:

мониторинг, прогнозирование и моделирование обстановки на территории субъекта Российской Федерации (муниципального образования);

организация и проведение превентивных мероприятий;

планирование, применение и маневрирование группировки сил и средств РСЧС при реагировании на угрозу и ликвидации последствий ЧС;

своевременное оповещение и информирование населения, заблаговременное проведение эвакуационных мероприятий; выполнение оперативных инженерных мероприятий по защите населенных пунктов и инфраструктуры от негативного воздействия паводковых вод;

ликвидация ЧС и первоочередное жизнеобеспечение населения в зонах затопления (подтопления).

Для инженерной защиты территорий при чрезвычайных ситуациях, связанных с опасными гидрологическими явлениями, существуют разнообразные технические решения:

- строительство и укрепление дамб, плотин и защитных сооружений на реках и вдоль берегов для предотвращения разливов и затоплений при паводках;

- использование инженерных систем дренажа и водоотвода для эффективного удаления излишков влаги и предотвращения наводнений;

- установка систем автоматического контроля уровня воды, датчиков и систем мониторинга, которые позволяют оперативно реагировать на изменения водного режима и принимать необходимые меры;

- разработка специализированных программ и моделей для прогнозирования и моделирования гидрологических явлений;

- использование геотекстильных материалов и специальных грунтозащитных конструкций для укрепления береговых участков и предотвращения эрозии.

Такие технические решения позволяют обеспечить защиту населения и территорий от опасных гидрологических явлений и чрезвычайных ситуаций [9].

Средства инженерной защиты территорий от затопления и подтопления приведены в СП 104.13330.2016 «Свод правил. Инженерная защита территории от затопления и подтопления», и включают в себя: обвалование территории; искусственное повышение поверхности территории; регулирование и отвод поверхностных вод с защищаемой территории; устройство дренажных систем. К сооружениям инженерной защиты территорий от затопления и подтопления относятся: дамбы обвалования, дренажи, дренажные и водосбросные сети, нагорные водосбросные каналы, быстротоки и перепады, трубопроводы и насосные станции [5].

В соответствии с положениями свода правил все средства защиты от паводков и наводнений относятся к одной укрупненной группе – дамбы обвалования.

Средства защиты от паводков и наводнений классифицируют по временному признаку (применяемые заблаговременно и применяемые в оперативном порядке).

Недостатки мобильных систем защиты от наводнений: мобильные защитные системы иногда более дороги, чем постоянные решения, предлагающие ту же самую степень защиты; установка мобильных систем подразумевает более низкие уровни защиты; некоторые системы требуют высокой квалификации персонала при установке; большинство мобильных систем разрушаются при перегрузках. Постоянные решения, такие как габионы, земляные дамбы, в том числе и укрепляемые гибкими полотнами, шпунтовые стены характеризуются такими преимуществами как: высокая надежность при эксплуатации; долгий срок службы; возможность органичного слияния с окружающим ландшафтом. Однако, к их недостаткам относятся необходимость проектирования и выполнения сложных инженерных работ, и следовательно, их большая стоимость.

Выбор средств защиты от паводков и наводнений конкретного типа необходимо осуществлять по критерию эффективности, характеризующей качественную меру средств защиты.

Под ним понимается условие, на основе которого показатель эффективности отражает меру соответствия достигнутых результатов требуемым значениям в отношении принятого критерия.

Применительно к техническим средствам защиты от паводков и наводнений их качественные свойства по предназначению следует охарактеризовать пространством показателей, таких как оперативность, стойкость к воздействию негативных факторов паводков и наводнений, надежность эксплуатации. Оперативность отражает свойство защитных сооружений проводить силами и средствами региона обустройство дамбы в кратчайшие сроки на местности, подвергшейся паводкам и наводнениям. Данное свойство характеризует качественную сторону защитных сооружений таких, как массогабаритные параметры, удобство и быстрота сборки в составе защитной дамбы, приведение дамбы в рабочее состояние. Стойкость защитных сооружений определяется упругостью и способностью противостоять негативным факторам паводков и наводнений. Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать работоспособность и безотказность, долговечность и ремонтпригодность, а также сохранность или определенные сочетания этих свойств [5]. Негативные последствия паводков и наводнений могут различаться по степени риска возможных аварий и масштабам наносимого ущерба. Соответственно конструктивное решение сооружения инженерной защиты должно учитывать возможность неблагоприятного развития событий и противостоять им [10].

Кроме того, при реализации технических решений важное значение имеет выбор участков для установки основных средств инженерной защиты от паводков и наводнений. При этом необходимо учитывать следующие критерии:

- расположение вблизи водотоков: то есть, локации должны выбираться близко к потенциальным источникам возможного наводнения, что позволит эффективно контролировать и управлять уровнем воды;
 - топография местности: учитывая рельеф и географию, выбирать такие участки, где установка сооружений для защиты от паводков (дамб, плотин или дренажных систем) позволит использовать их с максимальной эффективностью;
 - гидрография: необходимо изучить характеристики водных объектов на участке (рек, озер, водоемов), их потоки и направление движения воды, чтобы правильно спланировать меры защиты;
 - плотность населения и наличие инфраструктуры: при выборе участков следует учитывать количественные показатели населения и наличие строений и объектов инфраструктуры, которые могут быть подвергнуты опасности в случае паводка или наводнения;
 - экологические аспекты: решения по защите от паводков должны быть сбалансированы с учетом влияния на природную среду и экосистемы, чтобы не создавать дополнительных экологических проблем;
- комплексный подход: важно принимать во внимание все вышеперечисленные критерии и оценивать участок комплексно, чтобы выбрать оптимальные меры и решения для инженерной защиты от паводков и наводнений.

Опираясь на все вышеперечисленное можно сделать вывод о сложности процесса расчёта необходимых профилактических мероприятий по предотвращению паводка. Согласно анализа [11] большинство геоинформационных систем, находящихся в свободном доступе, не имеют инструментов для оценки эффективности таких мероприятий при прогнозировании паводкоопасной обстановки в геоинформационных системах, а имеющиеся инструменты можно использовать только в учебных целях, так как расчет развития не учитывает множество факторов, прописанных ранее.

Формирование инструментов для оценки профилактических мероприятий при прогнозировании паводкоопасной обстановки актуально не только для оценки их эффективности, но и для обучения современных специалистов пожарной и техносферной безопасности, закрепления у них понятий о взаимосвязях развития чрезвычайной ситуации, мероприятий профилактики и способов ликвидации ее последствий.

Для создания инструментов необходимо выделить следующие массивы обрабатываемых данных для формирования слоев работы в геоинформационных системах:

Максимально точная модель цифровых высот исследуемой местности;

С целью получения более точных данных для построения модели цифровых высот можно использовать беспилотные авиационные системы. В местах зоны облета по контуру необходимо задать цифровые высоты предварительно их замерив альтиметром; чем больше точек измерения, тем более точной выйдет цифровая модель высот, производимая на графической станции с помощью отснятых материалов (рис. 1).



Рис. 1. Ортофотоплан

Усредненные данные уровня грунтовых вод исследуемой местности;

Интерактивная карта государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) (рис. 2.) является важным инструментом для контроля паводкоопасной обстановки. Она представляет собой комплекс данных, собираемых и анализируемых государственными службами и научными организациями для оценки и прогнозирования изменения состояния подземных вод, которые могут повлиять на уровень рек и водоемов.

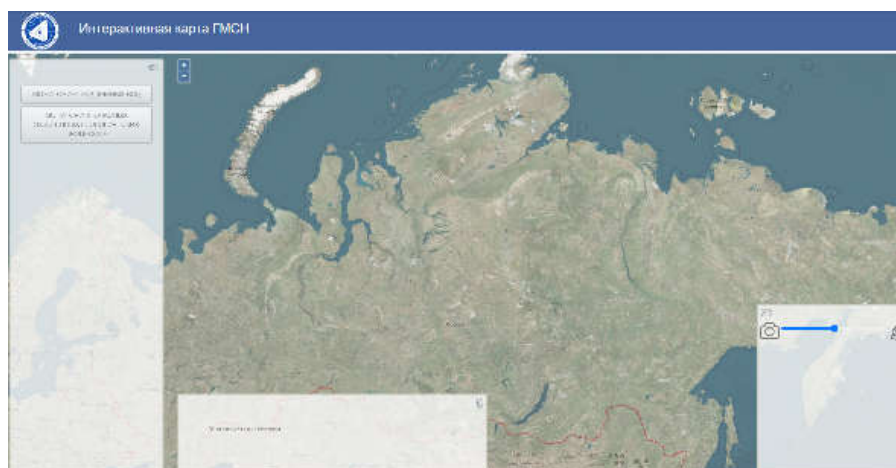


Рис.2. Интерактивная карта ГМСН

Использование интерактивной карты ГМСН позволяет решать следующие задачи:

Мониторинг состояния подземных вод: карта предоставляет информацию о текущем состоянии подземных вод в различных регионах страны. Это позволяет выявить потенциальные проблемы и предотвратить возможные негативные последствия, такие как подтопления, засоление почв и т.д.

Прогнозирование паводков: с помощью анализа данных о состоянии подземных вод и метеорологических данных можно предсказать возможное повышение уровня рек и водоемов, а также определить наиболее уязвимые районы и объекты инфраструктуры. Это помогает своевременно принять меры по предотвращению негативных последствий паводков.

Разработка и реализация мер по предотвращению паводков: На основе данных интерактивной карты ГМСН разрабатываются и реализуются меры по предотвращению и минимизации последствий паводкоопасных ситуаций. Это может включать строительство дамб, укрепление берегов рек, создание систем водоотведения и др.

Статистические данные по паводкоопасной обстановке на паводкоопасных участках;

Статистические данные о паводкоопасной обстановке являются важным инструментом для контроля и прогнозирования паводков на различных участках. Они позволяют:

- оценить текущую паводкоопасную обстановку и определить уровень риска для населения и инфраструктуры;

- выявить закономерности и тенденции изменения паводкоопасности с течением времени, что позволяет прогнозировать будущие паводки и готовиться к ним заранее;
- сравнить различные паводкоопасные участки между собой, чтобы определить наиболее уязвимые и приоритетные для принятия мер по предотвращению паводковых ситуаций;
- разработать и внедрить эффективные меры по снижению паводкового риска, такие как строительство защитных сооружений, регулирование стока воды, а также информирование и обучение населения;
- эффективно распределять ресурсы и усилия для борьбы с паводками, основываясь на степени риска и вероятности возникновения паводка на том или ином участке;
- связать статистические данные о паводках с другими метеорологическими и климатическими данными, чтобы получить более полную картину о возможных последствиях изменения климата на паводковую обстановку.

Данные по прогнозируемым осадкам на защищаемой территории;

Данные по прогнозируемым осадкам на защищаемой территории являются важным источником информации для прогнозирования развития паводковой обстановки. Они позволяют специалистам:

- оценить потенциальные объемы осадков, которые могут вызвать паводки на территории;
- определить вероятность возникновения паводков и их интенсивность;
- прогнозировать развитие паводковой ситуации во времени и пространстве;
- принять своевременные меры по предотвращению или минимизации последствий паводков;
- разработать рекомендации для населения и организаций по действиям в условиях паводка;
- оценить эффективность мер по предотвращению и ликвидации последствий паводков.

В качестве базы контроля осадков предлагается информационный слой ресурса ventusky (рис. 2.), также стоит отметить, что данный ресурс дает возможность использования других данных состояния метеорологии на защищаемой территории.

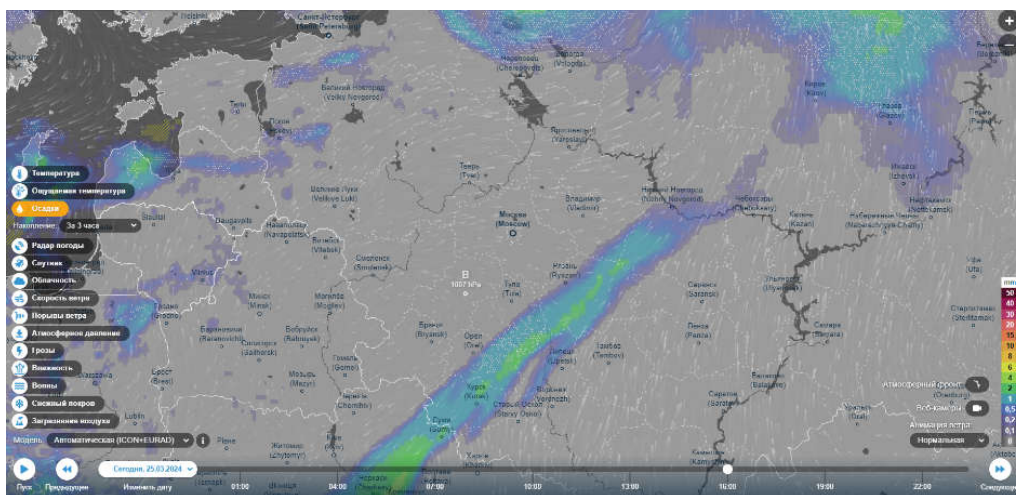


Рис. 3. Ventusky

Заключение

Контроль полного перечня факторов для мониторинга паводкоопасности является сложным и трудоемким процессом. Для его оптимизации и повышения точности прогнозов необходимо сформировать информационно-аналитический модуль для геоинформационной системы, который будет обрабатывать поступающую информацию, используя в своей основе нейросетевые технологии анализа. Такой подход позволит учесть все особенности исследуемой территории, включая цифровые высоты, уровень грунтовых вод, статистические данные о паводкоопасных ситуациях на конкретных участках и прогнозы по осадкам. С помощью нейросетей можно будет выявить скрытые закономерности, которые невозможно обнаружить при использовании традиционных методов анализа. Это, в свою очередь, повысит точность прогнозов и позволит своевременно принять необходимые меры для предотвращения возможных негативных последствий паводков.

Список источников

1. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.12.2023) - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901982862> (дата обращения 13.03.2024)
2. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2014 г. № 360 «О зонах затопления, подтопления» (с изменениями на 17 августа 2022 года) - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499090951> (дата обращения 13.03.2024).

3. Приказ МЧС России от 01.09.2020 № 631 (ред. от 24.07.2022) «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.11.2020 № 61087) - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566006381> (дата обращения 13.03.2024).

4. СП 104.13330.2016 Свод правил. Инженерная защита территории от затопления и подтопления Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85 Дата введения 17.06.2017 - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054204> (дата обращения 11.03.2024).

5. ГОСТ 27.002-89 Межгосударственный стандарт. Надежность в технике основные понятия. Термины и определения - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004984>.

6. Борщ С. В., Асарин А. Е., Болгов М. В., Полуниин А. Я. Наводнения // Режим доступа: http://downloads.igce.ru/publications/metodi_ocenki/03.pdf. (дата обращения: 11.03.2024).

7. Овчинникова, И. С. К проблеме воздействия наводнений (на примере зарубежных публикаций) / И. С. Овчинникова, П. С. Серяков, Н. А. Кобзева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 550-552. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/91/19846/> (дата обращения: 11.03.2024).

8. Плотникова, М. В. Методики оценки экономического ущерба от наводнений. Анализ и рекомендации / М. В. Плотникова, Е. Н. Самсонова. — Текст : непосредственный // Юный ученый. — 2022. — № 7 (59). — С. 75-77. — Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/59/3162/> (дата обращения: 11.03.2024).

9. Определение границ зон подтопления как инструмент управления рисками наводнений / Б. А. Шадрин, Е. Н. Самсонова // Юный ученый. — 2022. — № 7 (59). — С. 82-85. — Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/59/3166/> (дата обращения: 11.03.2024).

10. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации / Г.И. Гладкевич, П.Н. Терский, Н.Л. Фролова // Водное хозяйство России. – 2012. - № 2. - С. 29-43.

11. Молодец, С. Н. О необходимости использования геоинформационных систем в образовательном процессе подготовки специалистов в области пожарной и техносферной безопасности / С. Н. Молодец // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2023. – № 4(12). – С. 43-47. – DOI 10.34987/2712-9233.2023.60.33.008. – EDN KYXXNY.

Статья поступила в редакцию 12.03.2024, одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 12.03.2024, approved after reviewing 27.03.2024, accepted for publication 28.03.2024.