

**МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА И
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ЯВЛЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН**

Джумакулова Камила Абдурахмановна (Институт гражданской защиты
МЧС Республики Узбекистан)

**METHODS, TECHNOLOGIES AND PROSPECTS OF MONITORING
AND FORECASTING DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL
PHENOMENA IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

Djumakulova Kamila Abduraxmanovna (Institute of Civil Protection of
the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan)

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы прогнозирования наводнений и мониторинга опасных гидрометеорологических явлений на территории Республики Узбекистан. Основное внимание уделено роли Узгидромета в сборе, обработке и анализе данных для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов. Обсуждаются методы оценки риска и предотвращения последствий стихийных бедствий, включая использование современных технологий, таких как спутниковый мониторинг и автоматизированные системы наблюдения. Описаны подходы к классификации земель, подверженных затоплению, а также влияние своевременности предупреждений на снижение материального ущерба.

Ключевые слова: Узгидромет, гидрометеорологические явления, наводнения, прогнозирование, мониторинг, спутниковые системы, риск, затопление, климат.

Annotatsiya: maqolada O'zbekiston Respublikasi hududida selni bashorat qilish va xavfli gidrometeorologik hodisalarni monitoring qilish masalalari muhokama qilinadi. Asosiy e'tibor O'zgidrometning qisqa muddatli va uzoq muddatli prognozlarni tuzish uchun ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash va tahlil qilishdagi roliga qaratilmoqda. Tabiiy ofatlar xavfini baholash va oqibatlarini oldini olish usullari, jumladan, sun'iy yo'ldosh monitoringi va avtomatlashtirilgan kuzatuv tizimlari kabi zamonaviy texnologiyalardan foydalanish masalalari muhokama qilinadi. Suv toshqiniga moyil erlarni tasniflashning yondashuvlari, shuningdek, o'z vaqtida ogohlantirishning mulkiy zararni kamaytirishga ta'siri tasvirlangan.

Kalit so'zlar: O'zgidromet, gidrometeorologik hodisalar, suv toshqini, prognozlash, monitoring, sun'iy yo'ldosh tizimlari, xavf, suv toshqini, iqlim.

Abstract: the article considers the issues of flood forecasting and monitoring of hazardous hydrometeorological phenomena in the Republic of Uzbekistan. The main attention is paid to the role of Uzhydromet in collecting,

processing and analyzing data for short-term and long-term forecasts. Methods of risk assessment and prevention of consequences of natural disasters are discussed, including the use of modern technologies, such as satellite monitoring and automated observation systems. Approaches to the classification of lands subject to flooding, as well as the impact of timely warnings on reducing material damage are described.

Keywords: Uzhydromet, hydrometeorological phenomena, floods, forecasting, monitoring, satellite systems, risk, flooding, climate.

Наводнения и другие опасные гидрометеорологические явления представляют собой одну из самых серьезных угроз для устойчивого развития территорий, особенно в странах с разнообразными климатическими условиями и сложной гидрографической сетью, таких как Республика Узбекистан. Последствия подобных явлений включают разрушение инфраструктуры, значительный экономический ущерб, угрозу жизни и здоровью населения, а также негативное воздействие на экологическое состояние территорий.

Введение современных технологий прогнозирования и мониторинга позволяет существенно повысить точность прогнозов и снизить последствия таких явлений. Одним из ключевых инструментов в этом процессе является использование данных дистанционного зондирования, гидрометеорологических наблюдений и цифровых моделей рельефа. Эти подходы позволяют эффективно выявлять зоны риска, прогнозировать развитие событий и разрабатывать превентивные меры для минимизации ущерба.

Наводнения могут определяться по комплексу гидрометеорологических характеристик, используемых в различных программах для вычисления. Они могут прогнозироваться различными методами, в основе которых лежит учет предыдущей реакции водосбора на выпадение осадков. В любом случае решающая роль принадлежит полноте и точности информации о выпадающих осадках, дефиците почвенной влаги, уровнях воды в реках и других гидрометеорологических характеристиках, таких как общая синоптическая обстановка, ветер, атмосферное давление и др [4].

Прогнозы наводнения разрабатываются региональными Гидрометцентрами. Заблаговременность краткосрочных прогнозов паводковых наводнений составляет от 1 до 3 суток, а долгосрочных прогнозов половодий – 1-2,5 месяца [2].

Своевременное обнаружение и прогнозирование развития неблагоприятных гидрологических стихийных явлений осуществляет Агентство гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан (Узгидромет), который имеет государственную наблюдательную сеть.

1. Согласно статьи 53 Закона Республики Узбекистан от 17.08.2022 г. № ЗРУ-790 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» Основные задачи Узгтдромета по ликвидации чрезвычайных ситуаций являются [1]:

обеспечение руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации информацией о гидрометеорологических условиях в районе чрезвычайной ситуации;

подготовка прогноза опасных гидрометеорологических явлений.

Поскольку атмосфера находится в постоянном движении, то для определения будущей погоды в данной точке необходимо, прежде всего, знать характеристики воздушной массы, которая может переместиться в пункт прогноза за интересующий прогнозиста период времени. Иначе говоря, необходимо знать погоду не только в пункте прогноза, но и на значительном расстоянии от него. Если принять среднюю скорость ветра 40 км/час, то легко подсчитать, что для прогноза на сутки это расстояние составит 1 200 км. Практически же оно должно составлять несколько тысяч километров, поскольку скорость ветра на высотах может достигать 100 км/час и более. По мере увеличения заблаговременности прогноза зона сбора данных наблюдений увеличивается, и для прогноза на 5-7 дней необходимо иметь данные наблюдений со всего земного шара.

Узгидрометом составляются следующие речные гидрологические прогнозы [3]:

уровня и расхода воды на реках;

притока воды в водохранилища;

даты наступления ледовых явлений;

максимального уровня воды в половодье;

водности рек;

даты вскрытия рек и очищения ото льда озер и водохранилищ;

даты появления льда на реках, озерах и водохранилищах;

минимального уровня воды судоходных рек.

Особое внимание уделяется речным ледовым прогнозам. В настоящее время в Узгидромете функционирует автоматизированная система расчета и краткосрочного прогноза всех основных элементов ледового режима рек. При составлении краткосрочных прогнозов за основу берутся метеорологические данные по прогнозу на 5 суток, что и определяет заблаговременность прогноза. Оправдываемость краткосрочных прогнозов сроков появления льда и вскрытия рек составляет 92-95 %.

В основу методики среднесрочных прогнозов положено использование прогноза средней температуры воздуха на декаду с учетом распределения температуры поверхности океана в качестве фона развития процесса. Эта методика позволяет внести уточнения в большинство долгосрочных прогнозов.

Долгосрочные прогнозы (с заблаговременностью 1-2 месяца) сроков замерзания и вскрытия рек имеют среднюю оправдываемость около 80%, но

она недостаточно устойчива, в связи с чем большое внимание уделяется методам уточнений с заблаговременностью 10-20 суток.

Величина и интенсивность весенне-паводковых наводнений зависят от следующих условий:

запасов воды в снежном покрове к моменту таяния снега и их распространения по площади водосбора;

интенсивности снеготаяния, зависящей от метеорологических условий; степени влажности и глубины промерзания почв водосбора до выпадения первого снега осенью;

площади, рельефа и формы водосбора, наличия озер, болот, лесов, влияющих на условия стекания снеговых вод;

количества осадков, выпадающих в период таяния снега;

образования ледяной корки на почве;

сочетания волн половодья крупных притоков бассейна;

образования заторов и зажоров льда.

Гидрометеорологические явления, которые по своей интенсивности и продолжительности могут нанести значительный ущерб экономике и представляют угрозу безопасности людей, называют стихийными гидрометеорологическими явлениями.

Гидрологические стихийные явления:

высокий уровень воды – уровень воды на посту при половодьях, паводках, заторах и зажорах, когда возможно затопление пониженных участков местности в населенных пунктах, сельскохозяйственных полей и угодий, автомобильных и железных дорог, повреждение крупных промышленных и транспортных объектов;

низкий уровень воды – уровень воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений крупных городов, промышленных районов и оросительных систем, предельных навигационных уровней на судоходных реках и водоемах за период времени не менее 10 дней;

раннее появление плавучего льда и образование ледостава на реках, озерах и водохранилищах, повторяющееся не чаще одного раза в 10 лет;

особые ледовые явления – навалы льда на берегу у гидротехнических, портовых и других сооружений и населенных пунктов, образующиеся при заторах и в результате дрейфа льда, массовые образования внутриводного льда вблизи ГЭС и водотоков;

промерзание до дна водоемов и водотоков, повторяющиеся один раз в 10-15 лет;

наледные явления – образование наледи в руслах и поймах рек, угрожающее населенным пунктам, гидротехническим сооружениям, народнохозяйственным объектам, затрудняющее движение транспорта;

сель – селевой поток всех видов и размеров, вызванный сильными осадками, прорывами завальных и моренных озер и угрожающий населенным пунктам, промышленным объектам, спортивным комплексам, транспортным магистралям, оросительным системам и другим объектам.

Критерии по размеру ущерба от их воздействия устанавливаются территориальными управлениями Узгидромета.

Узгидромет, выполняющий функции республиканского центра, осуществляет прогноз зон потенциально опасных явлений по территории страны, а также прогноз метеорологических величин и осадков. Территориальные центры уточняют размеры зон опасных явлений на основе региональных моделей и данных наблюдений. Они учитывают вероятность возникновения явлений на основе численных методов. Оперативные прогностические подразделения уточняют прогноз с учетом текущей синоптической ситуации на основе данных искусственных спутников Земли, радиолокаторов и традиционных наблюдений на метеорологических постах.

Важнейшей задачей всех прогностических подразделений является составление и доведение до местных администраций, объектов экономики и населения прогнозов и штормовых предупреждений о возникновении опасных явлений с максимально возможной заблаговременностью.



Рис. 1. Количество осадков по территориям Республики Узбекистан [6].

Под опасным гидрометеорологическим явлением понимается явление, которое по своей интенсивности, продолжительности или времени возникновения представляет угрозу безопасности людей, а также может нанести значительный ущерб отраслям экономики. При этом гидрометеорологические явления оцениваются как опасные при достижении критических значений гидрометеорологических величин.

На территории Узбекистана встречаются около 20 видов опасных гидрометеорологических явлений, за которыми Узгидромет ведет регулярные наблюдения с целью их обнаружения и прогнозирования. Это – сильные ветры, шквалы, пыльные бури, ливни и грозы, град, сильные продолжительные дожди, засухи, заморозки, снегопады, метели, гололедноизморозевые явления, туманы, сильные морозы, наводнения, снежные лавины, сели и другие.

Опасные гидрометеорологические явления оказывают неблагоприятное воздействие на производственно-хозяйственную деятельность общества. В Республике Узбекистан, где климатические условия очень разнообразны и подвержены значительным колебаниям, ущерб от гидрометеорологических явлений составляет 80-90%.

Вообще ущерб от стихии зависит, прежде всего, от следующих факторов:

вид опасного явления природы, его интенсивность, продолжительность и масштаб.

заблаговременность штормового предупреждения об угрозе возникновения стихии.

оперативность и эффективность решений и действий соответствующих служб и звеньев по подготовке к встрече стихии.

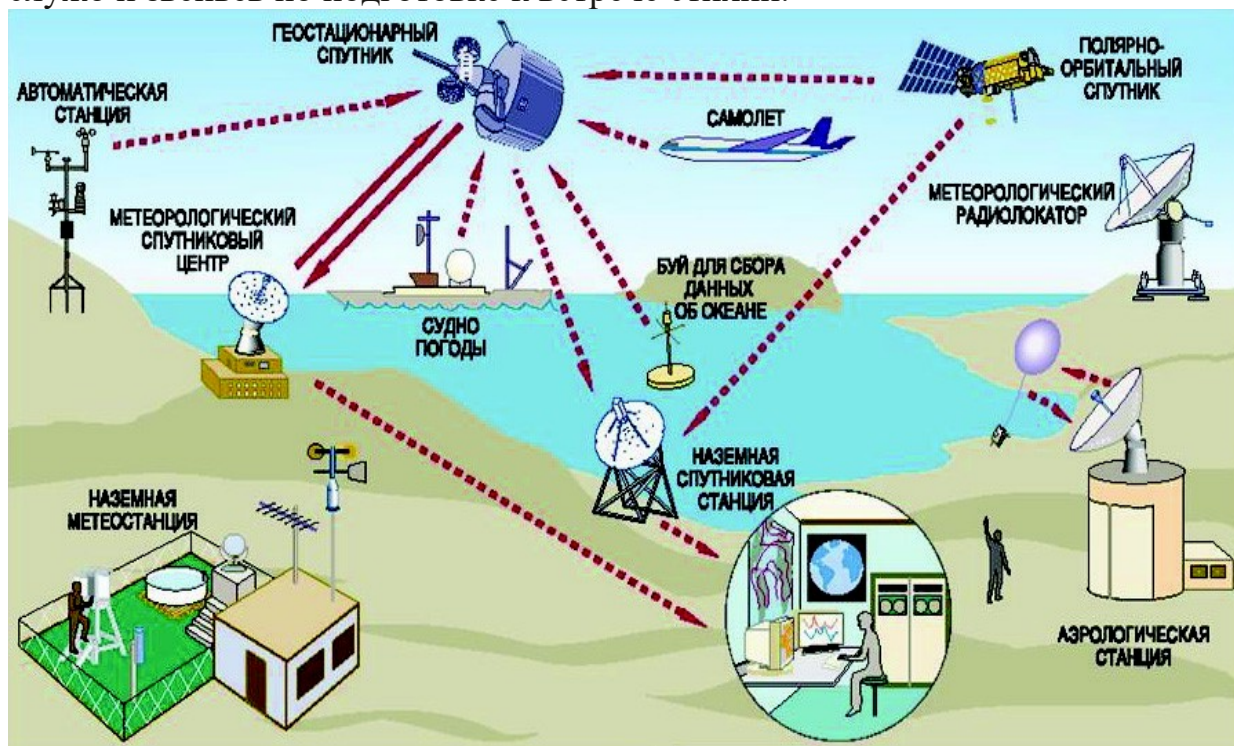


Рис.2. Основные компоненты наблюдательной сети

Под заблаговременностью штормового предупреждения понимается период времени с момента составления предупреждения об угрозе опасного явления до момента (или времени) начала явления в данном населенном пункте. Чем больше заблаговременность предупреждения, тем больше будет выиграно времени у стихии для принятия превентивных мер.

Существует зависимость заблаговременности штормового предупреждения и размера причиненного стихией материального ущерба. Увеличение заблаговременности предупреждения даже на один час может снизить материальный ущерб на 0,5-0,8% (в зависимости от четкости и слаженности действий соответствующих служб), за сутки это 12-15%, за двое суток – 25-30%.

При мониторинге и прогнозировании применяются две основные группы методов:

визуальных наблюдений и инструментальных измерений и исследований; аналитические.

Сбор и обработка информации является основной частью мониторинга. Сбор данных гидрометеорологического характера осуществляется организациями Узгидромета. Используются также данные международной системы гидрометеорологических спутников. Гидрологические станции (посты) расположены на реках, озерах, водохранилищах Узбекистана. На этих станциях осуществляются наблюдения за следующими элементами: осадками, включая росу; снежным покровом; уровнем воды; речным стоком, расходом и накоплением запасов воды; испарением; влажностью почвы; подземными водами; озерным и речным льдом; температурой воды. В прогнозировании опасных гидрометеорологических явлений имеются два подхода. Первый базируется на изучении предвестников конкретных катастрофических явлений и анализе информации, получаемой от сети мониторинга, и используется преимущественно для краткосрочных и оперативных прогнозов. Второй – опирается на расчеты с применением детерминированных и статистических методов и используется для средне- и долгосрочных прогнозов. Создание цифровой модели рельефа позволяет четче идентифицировать районы, которым грозит затопление. Все области, находящиеся ниже текущей средней высоты уровня воды, классифицируются как зоны высокого риска и в этих районах проводятся специальные защитные работы. Таким образом, проведенные классификации земель позволяют не только снизить ущерб, наносимый затоплением, но и оценить потенциальные денежные потери в случае следующих наводнений, что, безусловно, важно при определении рисков и заключении страховых договоров.

Любая метеорологическая служба для составления прогноза ежедневно использует не только данные наблюдений о состоянии атмосферы над своей территорией, но и над другими странами. Для этого необходимо, чтобы наблюдения проводились одновременно в единые сроки и были сопоставимы между собой. Кроме того, они должны быть правильно закодированы в стандартные форматы и быстро переданы в центры обработки данных для подготовки прогнозов.

Использование современных моделей требует очень мощной вычислительной техники и полной автоматизации процесса получения данных, их контроля, объективного анализа и расчета. Поэтому подготовка прогнозов сейчас немыслима без функционирования вычислительных

центров, оборудованных современными ЭВМ. В распоряжении прогнозиста имеется также целый набор объективных расчетов методов прогноза элементов и явлений погоды, позволяющих провести расчеты либо самому, либо на ЭВМ. Эти методы, наряду с общими закономерностями развития атмосферных процессов, учитывают региональные и даже локальные особенности. На основе расчетных методов осуществляется в настоящее время прогнозирование большей части явлений погоды с заблаговременностью 24-36 часов. В последнее время создаются также комплексные системы слежения за текущей погодой с использованием спутниковой и радиолокационной информации, а также данных обычных метеорологических наблюдений. Использование таких систем позволяет постоянно уточнять предварительные расчеты и предупреждать о возникновении опасных локальных явлений.

Все большее распространение получает космический мониторинг, который позволяет вести наблюдение за развитием паводковой ситуации, оценивать масштабы и ущерб, а в ряде случаев и предсказать наводнение.

Спутниковые системы позволяют быстро определить площадь наводнения, найти участки, которым еще угрожает затопление, и предотвратить будущие разрушения путем планирования защиты и восстановительных операций для сдерживания наводнения.



Рис.1. Графическое изображение системы гидрометеорологического мониторинга и прогнозирования

Спутниковые изображения (одно – до наводнения и другое – во время наводнения) привязаны к определенной системе координат, что делает возможным сопоставление этих снимков с картами соответствующего масштаба, а также проведение точных измерений площади затопленных земель.

Роль информации, получаемой со спутников, резко возрастает при уменьшении числа гидрометеорологических станций и гидропостов. Для целей дистанционного зондирования из космоса используются: космическая система «Метеор»; система исследования мирового океана «Океан»; система изучения поверхности суши «Ресурс»; ряд экспериментальных отечественных аппаратов, а также данные международной системы геостационарных гидрометеорологических спутников США, Японии и европейских спутников METEOSAT [5].

Вообще мониторинг опасных явлений гидрометеорологического характера является одним из наиболее глобализированных, поскольку для качественного прогноза одних национальных данных оказывается недостаточно. Космические средства контроля используются в основном в виде сканерных съемок аппаратурой с разрешением 30-35 м. По материалам космических съемок можно определить контуры затопления и его динамику.

Долгосрочные прогнозы погоды выпускаются лишь в некоторых странах. Для этого используются, как правило, статистические методы или сочетание статистических и численных методов. Имеются также обнадеживающие результаты в использовании сопряженных гидродинамических моделей «океан-атмосфера».

В системе Узгидромета выпускаются все виды прогнозов. Основной цикл выпуска краткосрочных гидродинамических прогнозов составляет 12 часов. Выпуск гидродинамических среднесрочных прогнозов осуществляется 1 раз в сутки. Сверхкраткосрочные прогнозы выпускаются по мере необходимости для предупреждения организаций о явлениях погоды, представляющих опасность для населения или той или иной хозяйственной деятельности. Долгосрочные прогнозы, как правило, выпускаются один раз в месяц или сезон.

Из долгосрочных прогнозов стока наиболее важными для практики и наиболее физически обоснованными являются прогнозы стока рек и притока в водохранилища в период формирования весеннего половодья. Методы долгосрочного прогнозирования представляют собой линейные или нелинейные физико-статистические зависимости объема весеннего стока от определяющих факторов, вытекающих из уравнения водного баланса за период половодья. Точность прогнозов в значительной степени зависит от точности определения запасов влаги в снежном покрове и характеристик водопоглотительной способности почв бассейна, определяющих потери стока.

Весьма сложной задачей является прогнозирование места и времени внезапного возникновения быстроразвивающихся опасных паводковых явлений за счет интенсификации циклонов на берегах водных объектов, на которых проживает население. Узгидромет планирует модернизировать систему прогнозирования по следующим направлениям:

провести районирование территории страны по типам опасных гидрологических явлений и частоте их повторяемости;

в зонах быстроразвивающихся опасных паводков создавать сеть антивандальных автоматических метеостанций, способных в режиме реального времени определять и передавать данные о наблюдениях;

обеспечить ввод в эксплуатацию необходимого количества дистанционных средств наблюдения наземного (метеолокаторы) и космического базирования для оперативного контроля развития опасных и катастрофических ситуаций.

Заключение.

В результате проведенного исследования рассмотрены ключевые аспекты прогнозирования и мониторинга опасных гидрометеорологических явлений в Республике Узбекистан. Особое внимание уделено анализу существующих методов и технологий, используемых Узгидрометом для выявления, оценки и предупреждения стихийных бедствий, таких как наводнения, паводки, сели и другие явления, представляющие угрозу для населения и экономики страны.

Прогнозирование гидрометеорологических явлений в Узбекистане базируется на использовании как традиционных методов наблюдений, так и современных технологий, включая спутниковый мониторинг и автоматизированные системы. Важным направлением остается совершенствование системы сбора и обработки данных, расширение сети наблюдений, а также внедрение численных методов и моделей, адаптированных к климатическим и географическим особенностям региона.

Дальнейшее развитие системы мониторинга и прогнозирования требует активного внедрения новых технологий, таких как дистанционное зондирование и геоинформационные системы. Эти меры позволят повысить точность прогнозов, минимизировать ущерб от природных катастроф и обеспечить более эффективное управление рисками. Успешная реализация предложенных мер станет важным шагом на пути к устойчивому развитию и повышению безопасности в Республике Узбекистан.

Список использованной литературы:

1. Закон Республики Узбекистан от 17.08.2022 г. № ЗРУ-790 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

2. Воробьев, Ю.Л., Акимов, В.А., Соколов, Ю.И. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы. /Под общей редакцией Воробьева Ю.Л. – М.: ООО «ДЭКС-ПРЕСС», 2003.

3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 28.12.2017 г. № 1027 «О создании Единой системы мониторинга, обмена информацией и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и экологического характера».

4. Э.Гуркина «Как наши предки предсказывали погоду».
<https://znanio.ru/media/kak-nashi-predki-predskazyvali-pogodu-2612625>.

5. Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / под общ. ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России. 2013. 352 с.

6. <https://hydromet.uz/index.php/ru/image-gallery>