

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКОМ ПАВОДКОВ В УСЛОВИЯХ ПРИКАРПАТЬЯ

Рокочинский А.Н., Дзюба Я.В., Живица В.А., Трофимчук Д.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно,  
Украина E-mail: [dmitro\\_trofimchuk\\_91@mail.ua](mailto:dmitro_trofimchuk_91@mail.ua)

*The article gives a theoretical justification need to implement a system of management of flood pass in difficult terrain Prikarpattya that will minimize losses from their passage.*

### Введение

Наиболее паводкоопасной территорией в Украине и Европе являются Карпаты и прилегающие к ним предгорные районы, к которым относится и Прикарпатье. Наводнения и паводки в Прикарпатье отличаются значительной частотой, интенсивностью течения и одновременным охватом больших площадей.

Наиболее опасными реками Прикарпатья являются Днестр, Прут, Серет и их многочисленные притоки. Основными причинами формирования паводков в бассейнах этих рек являются природно-климатические особенности Карпатского региона. Так, для водосбора Прута характерны экстремальные осадки, которые приносят циклоны из Атлантики и Средиземного моря. Максимальное суточное количество осадков, которое было зафиксировано тут, приближается к 300 мм. До 3...4 раз в год наблюдаются осадки с суточным количеством более 100 мм, а 2...3 раза они превышают 150 мм в сутки. За последние сто лет 8 раз количество осадков за месяц превышало 500 мм. В отдельных местах годовое количество осадков приближалось до 1600 мм. Большое количество осадков в сочетании с другими природными и антропогенными факторами приводят к формированию наводнений и паводков различной интенсивности, повторяющиеся 3...8 раз в год.

В большинстве случаев паводки с катастрофическими последствиями вызывают ливневые дожди в период с мая по октябрь. Наиболее катастрофические паводки наблюдались в июле 1911г., в июне 1927г., в августе 1941г., в августе 1955г., в июне 1969г., в мае 1970г., в июле 1980г., в июле 1984г., в мае 1989г., в июле-августе 1997г., а также 1998г., 2001г., 2008г. и 2010 г., что соответствует 7-8 летней повторяемости [1].

Неблагоприятные условия усугубляются также и глобальными изменениями климата, в том числе на региональном уровне, которые происходят в наши дни. Вследствие этих изменений повторяемость паводков критических размеров может возрасти с 7-8 до 5-6 лет, о чем свидетельствуют данные за последние 30 лет.

Механизм возникновения и причины наводнений и паводков в данном регионе хорошо известны. Более конкретными причинами формирования частых наводнений и паводков в пределах Прикарпатья является прежде всего гидрометеорологическая ситуация и особенность строения русел рек, бассейнов и водосборов, а также хозяйственная деятельность в них.

К ним относятся:

- глобальные изменения климата;
- наступление циклических периодов поднятия уровней грунтовых и подземных вод;

- неуправляемая хозяйственная деятельность на водосборных площадях и бессистемное нарушение правил застройки территории;
- большие уклоны русел рек и значительная крутизна склонов, недостаточная водопропускная способность русловых емкостей;
- значительное сокращение площади лесов и лесных насаждений, особенно бессистемные вырубki лесов на склонах гор, ускоряющие поверхностный сток воды в реки и резкое формирование паводков с высокими уровнями;
- потребительская практика хозяйствования человека в поймах и руслах рек, в горах, особенно в зоне лесов;
- недостаточное финансирование строительства аккумулирующих, водорегулирующих и водопропускных сооружений.

Все эти природные процессы и человеческие факторы приводят к уменьшению стокорегулирующей способности водосборов, пропускной способности рек, увеличению уровня освоенности речной поймы и, как следствие, – к формированию высоких наводнений и паводков, которые приводят к затоплению поймы рек, территорий, населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, объектов, коммуникаций, причиняют значительные убытки народному хозяйству, окружающей среде, жизни и здоровью людей [6].

### **Основная часть**

Высокая повторяемость наводнений и паводков в Прикарпатье, катастрофические последствия, к которым они приводят, требуют детального изучения условий формирования и прогнозирования их развития. Наводнения и паводки – это природное явление, которое было, есть и будет всегда. Поэтому с ними необходимо не только бороться, но и прогнозировать их прохождение, а по возможности и предупреждать. Это экономически выгоднее и приводит к меньшим негативным последствиям. В паводкоопасных районах необходимо иметь постоянную, достоверную информацию о состоянии рек и атмосферы в сочетании с другими природными факторами, что позволит прогнозировать изменение уровней и расходов воды, заблаговременно предупреждать о возможных угрозах.

В 2008г. Госводхозом Украины была разработана "Схема комплексной противопаводковой защиты в бассейне рек Днестр, Прут и Серет", одной из составных частей которой является создание автоматизированной информационно-измерительной системы "Прикарпатье" (АИИС "Прикарпатье") [2].

Научное обоснование Схемы базируется на детальном анализе генезиса, причин и последствий паводков и наводнений на реках Прикарпатья. В нем изучен и обобщен отечественный опыт создания таких систем в Закарпатье, а также опыт Польши, Германии и Великобритании относительно методов и способов защиты от вредного воздействия вод.

Основная цель, которая была заложена в ранее созданную АИИС "Закарпатье" – это оперативное прогнозирование гидрографов паводков на реках бассейна с помощью специального математического, информационного и программного обеспечения; подготовка достоверной прогнозной информации о параметрах паводка и передача ее в автоматическом режиме соответствующим службам оповещения и противопаводковым подразделениям; выдача рекомендаций для принятия управленческих решений по безаварийному пропуску паводков.

Автоматизированная информационно-измерительная система для прогноза паводков и управления водными ресурсами в бассейне р. Тиса обеспечивает функционирование многих подсистем. В сложной системе предусмотрено ре-

шение важных частных целей, совокупность которых в виде подсистем можно рассматривать как модель большой системы. Функциональная структура АИИС "Закарпатье" предусматривает деление системы на следующие подсистемы: прогнозирование дождевых, тало-дождевых и талых паводков; контроль параметров и прогнозирование качества природных и сбросных вод; прогнозирование зон затопления и возможных убытков от затопления дождевыми, тало-дождевыми и талыми паводками; разработка оперативных планов противопаводковых мероприятий; функционирования водного хозяйства в особый период.

В "Схеме комплексной противопаводковой защиты в бассейне рек Днестр, Прут и Серет" предлагается комплексно применять в борьбе с паводками следующие меры: регулирование паводкового стока с помощью специальных противопаводковых емкостей, польдеров; строительство регулирующих гидротехнических сооружений (плотин, полузапруд), которые замедляют скорость движения воды на притоках; регулирование русел рек; усиление системы противопаводковых дамб; проведение лесозащитных, противоэрозионных и противоселевых мероприятий в горах. В Схеме рассмотрена возможность применения комплексных противопаводковых емкостей для создания мини- и микроГЭС.

Для наблюдения за факторами, которые вызывают паводки, предлагается создание АИИС "Прикарпатье". Концепция АИИС "Прикарпатье" разработана Венгерским институтом "Визитерн", которая аналогична предварительно созданной и уже действующей АИИС "Закарпатье". Предполагается модернизация системы гидрометеорологических наблюдений в бассейнах рек Днестр, Прут и Серет, средств и способов их проведения, непрерывная передача результатов измерений всех автоматических станций, постов, осадкомеров в режиме реального времени в определенных местах их сбора. Кроме того, в рамках внедрения информационно-измерительной системы предполагается техническое и технологическое переоснащение средств проведения гидрологических измерений и работ, установки двух метеорологических локаторов в Черновцах и Львове с соответствующим программным комплексом моделей типа "осадки - сток". Они включают в себя модель объекта, модель внешней среды и модель их взаимодействия, организация системы сбора, обработки, накопления, формирования и ведения базы данных, распространения и использования результатов непрерывных измерений гидрометеорологических параметров и т.п.

Анализ работы АИИС, которые ранее были введены в эксплуатацию, показал, что при работе системы в режиме реального времени не обеспечиваются необходимые уровни заблаговременного прогноза и предупреждения прохождения катастрофического паводка на всем пути его формирования. Нет возможности провести анализ эффективности системы управления по всему спектру возможной реализации природно-климатических условий, обосновать необходимость строительства или реконструкции водопропускных, аккумулирующих и регулирующих сооружений.

Исходя из опыта создания информационно-советующей системы управления мелиоративными объектами как сложными природно-техническими системами [3,4], для сквозного решения поставленных задач по управлению пропуском таких паводков необходимо создание карт рисков затоплений, разработки планов предупреждения (предотвращения) и действий в чрезвычайных ситуациях, проектов развития территории, включая их инженерную защиту и др., целесообразно рассматривать во взаимодействии все три традиционные уровня принятия решений во времени.

При традиционном подходе [3] уровни принятия решений во времени относительно самостоятельные и рассматриваются в следующем порядке: 1) проект; 2) плановое управление объектом; 3) оперативное управление объектом и

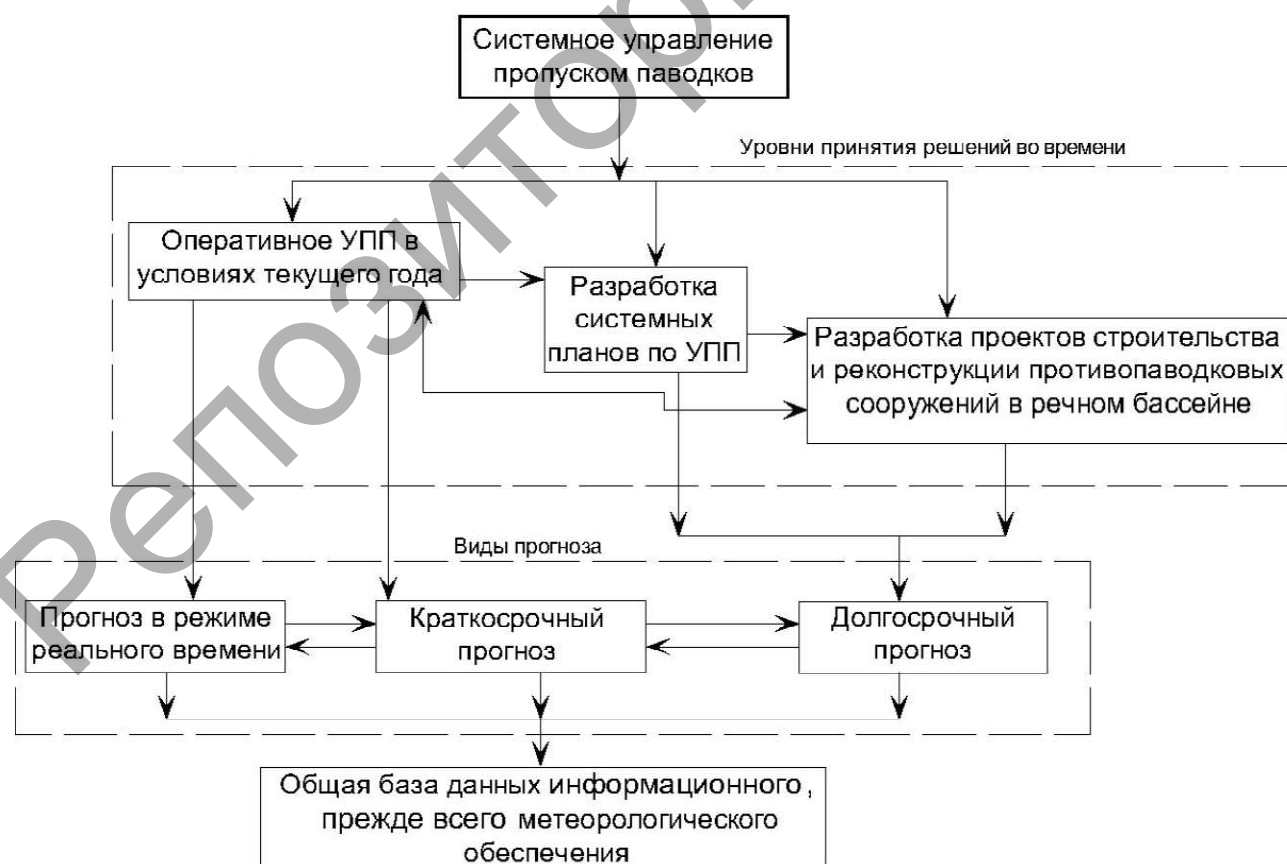
обеспечение соответствующим видом прогноза влияющих факторов. Поэтому для каждого уровня необходимо разрабатывать существенно различные модели оптимизации технических и технологических решений и прогнозной оценки эффективности водорегулирования по сформулированным целям, выбранным критериям оптимизации, а также структуры расчетов по их реализации.

При системном управлении пропуском паводков (СУПП) рассмотрение уровней следует вести в противоположном направлении: 1) оперативное управление; 2) плановое управление; 3) проект. Все уровни взаимосвязаны между собой и опираются на единый модельный комплекс-объект → внешняя среда → их взаимодействие и общая база соответствующего информационного, прежде всего метеорологического обеспечения (рисунок 1).

Первый уровень принятия решений во времени – это оперативное управление пропуском паводков (УПП) в режиме: а) реального времени и б) краткосрочного прогноза метеофакторов в условиях текущего года [4].

На втором уровне принятия решений происходит разработка системных планов по управлению пропуском паводков, обосновываются плановые технологии по водорегулированию в речном бассейне в следующем сезоне.

Этот уровень стратегически важен, поскольку позволяет в широком диапазоне возможных сценариев развития событий определить места возникновения рисков затопления, потребность в дополнительном строительстве или реконструкции противопаводковых сооружений, определяет возможность комплекса сооружений или отдельных единичных сооружений речного бассейна выдержать динамические нагрузки разрушительной силы потоков воды во время прохождения паводков.



**Рисунок 1** – Структура системного управления пропуском паводков

Решение этого вопроса возможно только благодаря выполнению детальных прогнозных режимных расчетов на долгосрочной основе для различных альтернативных вариантов схем водорегулирования в речном бассейне и выбора оптимальной из них в изменчивых климатических условиях по всему спектру расчетных лет.

Если существует потребность в строительстве или реконструкции сооружений, то в силу вступает третий уровень принятия решений во времени, задача которого состоит в разработке проектов нового строительства и реконструкции аккумулирующих, водорегулирующих и водопропускных сооружений в речном бассейне [5].

На стадии проектов нового строительства и реконструкции существующего каскада сооружений в речном бассейне путем выполнения более детальных расчетов для различных типов бассейнов должна проводиться оптимизация параметров необходимых гидротехнических сооружений в бассейне вместе с комплексом других мер по регулированию условий прохождения паводка.

Благодаря этому необходимо обосновать и определить оптимальное решение относительно типа, конструкции и параметров сооружений, обусловленные принятым способом (схемой) водорегулирования в бассейне реки при существующих природно-хозяйственных условиях.

Исходя из имеющихся видов прогноза относительно уровней принятия решений во времени (1- оперативное управление; 2- плановое управление; 3 - проект) для выполнения режимных прогноз-оптимизационных расчетов на долгосрочной или краткосрочной основе, необходимо исходить из разработки соответствующего прогноза климатических или погодных условий, традиционно относящихся к так называемому климатологическому прогнозу.

Климатологические прогнозы – это прогнозы, в которых в качестве прогнозируемой величины берутся средние многолетние значения (нормы) необходимых метеорологических величин или их нормированное распределение за расчетный период времени (многолетний, годовой, вегетационный период и др.) [5].

Модель прогнозной оценки метеорологических режимов является первым звеном в цепи реализации любых режимных прогноз-имитационных расчетов на долгосрочной или краткосрочной основе, от точности которого напрямую зависят результаты всех последующих вычислений, вплоть до окончательного принятия проектных или экспертных решений.

При этом вид и уровень сложности таких моделей, их методическое и информационное обеспечение должны удовлетворять главному требованию – быть достаточно эффективными и относительно простыми и пригодными для их практического применения в прогнозных режимных расчетах.

Основой для принятия управленческих решений на всех трех уровнях их принятия может быть положена оценка аккумулирующей способности речного бассейна (АСРБ), устанавливаемая соответствующим качественным и количественным показателем. АСРБ – это потенциальная (предполагаемая) возможность речного бассейна принять определенное количество воды без нарушений экономико-экологической ситуации в его пределах.

### **Заключение**

Таким образом, поскольку наводнения и паводки наносят значительный ущерб народному хозяйству и населению Прикарпатья, а существующее положение службы гидрологического оповещения в бассейне рек Днестр, Прут и Серет не может обеспечить прогнозирование и заблаговременное предупреждение прохождения и параметры паводков, возникает насущная необходимость в совершенствовании данных систем управления пропуском паводков с учетом современных подходов. Предлагаемое системное управление пропуском па-

водков (СУПП) позволит эффективно контролировать и прогнозировать процесс формирования и прохождения паводков на основе сочетания всех трех традиционных уровней принятия решений во времени: оперативного управления в режиме реального времени и краткосрочного прогноза метеофакторов; плановое управление, которое определяет на основе оценки аккумулирующей способности речного бассейна или его отдельных элементов необходимость в дополнительных сооружениях или их реконструкции на основе долгосрочного прогноза; уровень проекта, на котором разрабатывается соответствующий проект строительства, или реконструкции необходимых сооружений под определенную для условий реального объекта оптимальную расчетную обеспеченность. Это позволит в максимальной мере минимизировать ущерб от паводков и наводнений в регионе Прикарпатья.

### Список литературы

1. Ромащенко, М. І. / Ромащенко М. І, Д. П. Савчук // Водні стихії. Карпатські повені: / За редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. – Київ: Аграрна наука, 2002. – 351с.
2. Техніко – економічне обґрунтування створення інформаційно-виміральної системи “Прикарпаття” в басейні річки Прут на території Чернівецької області. 1. Пояснювальна записка. – К: Укрводпроект, 2011. – 34.
3. Рокочинський, А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водо регулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: Монографія / За редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. – Рівне: НУВГП, 2010. – 351с.
4. Методичні рекомендації по науково-методичних та організаційних засадах управління водогосподарсько-меліоративними об'єктами гумідної зони України за короткотерміновим метеорологічним / А.М. Рокочинській, Я.Я. Зубик, Л.В. Зубик, Є.І. Покладньов та ін. - Рівне, 2005. - 53с.
5. Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи та споруди”. Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, В.М. Бежук та ін. Рівне, 2008. – 64с.
6. Трофимчук, Д.М. Автоматизована інформаційно-вимірвальна система “Прикарпаття” для прогнозування повеней/ Я.В. Дзюба, Д.М. Трофимчук, А.В. Живиця, А.М. Рокочинський // Вісник НУВГП. – 2015. – № 3(71): Технічні науки. – С. 303–307.

УДК 626.876.1(476) + 631.61

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

**Стельмашук С.С., Водчиц Н.Н., Громик Н.В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vig\\_bstu@tut.by](mailto:vig_bstu@tut.by)

*The use of bulldozer for the major land leveling operations in the saturation zones near ponds or (water) reservoirs is considered economically efficient.*

### Введение

При создании на территории Белорусского Полесья большого количества прудов и водохранилищ возникла необходимость защиты земель, попадающих в зону их влияния от подтопления и затопления. Кроме того, выраженный микрорельеф, высокая расчлененность почвенного покрова снижает продуктивность мелиорируемых земель, находящихся в зоне влияния водосливов.