

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Алали Хозефа, Аспирант, кафедра гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, hotheffa.alali@gmail.com.

Научный руководитель: Перминов Алексей Васильевич, к.т.н., и.о. заведующего кафедрой гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, alexperminov@gmail.com.

***Аннотация:** гидрологическое моделирование играет важнейшую роль на стыке научного понимания и практического природопользования. Имитируя сложные процессы водного цикла, эти модели дают ценное представление о том, как вода перемещается в различных экосистемах и в результате деятельности человека. В этой статье мы исследуем значение гидрологического моделирования в управлении окружающей средой, рассмотрим его применение в процессах принятия решений, проблемы, возникающие при внедрении.*

***Ключевые слова:** гидрологическое моделирование, управление водными ресурсами, окружающая среда, природопользование.*

Необходима хорошо оснащенная система измерений для мониторинга и моделирования осадков, эвапотранспирации, циркуляции воды в атмосфере, почве и океане в глобальном, региональном и локальном масштабах. Выражение состояния и движения водных объектов на математическом языке осуществляется с использованием законов физики и химии. Вычислительные средства для моделирования и прогнозирования различных физических и трехмерных физико-химических процессов в водных системах имеют первостепенное значение. Составление прогнозов доступности воды путем обработки наблюдаемых и моделируемых переменных модели в требуемых пространственных и временных масштабах является важным аспектом управления окружающей средой. Процессы в гидрологии и физике атмосферы приводят к наличию наблюдений в различных (нерегулярных) временных интервалах, что нарушает временное разрешение, которое является критическим для управления гидрологическими моделями. Точные прогнозы гидрологических переменных с высоким разрешением необходимы с учетом их

потенциального воздействия на человечество для планирования политики управления и смягчения этих воздействий.

Пересечение гидрологического моделирования и рационального природопользования имеет решающее значение для устойчивого управления водными ресурсами и принятия решений [1][2][3]. Гидрологические модели, такие как SWAT, коэффициент кривых чисел и WATNEEDS, играют ключевую роль в оценке влияния различных стратегий управления на водные ресурсы в пределах речных бассейнов [4][5]. Эти модели помогают оценить последствия таких мероприятий, как изменение календаря посевов, внедрение новых культур или модернизация ирригационных систем, тем самым помогая в разработке стратегий устойчивого управления. Однако существуют проблемы, связанные с обеспечением надежности и пригодности этих моделей, особенно в условиях изменения климата и меняющихся условий окружающей среды. Поэтому постоянное развитие и проверка гидрологических моделей необходимы для удовлетворения требований эффективного управления окружающей средой и достижения целей устойчивого развития.

Гидрологическое моделирование - наука о том, как выяснить, куда уходит вода и как она себя ведет. Речь идет о разработке устойчивых стратегий управления водными ресурсами, энергией, продовольствием и экосистемами, способствующих принятию обоснованных решений для обеспечения экологической устойчивости [3].

Гидрологические модели играют важнейшую роль в управлении водными ресурсами, в экологическом менеджменте, в достижении целей устойчивого развития и в борьбе с последствиями изменения климата благодаря пониманию сложных гидрологических процессов [4].

Целевое экологическое моделирование направлено на удобство использования, надежность и осуществимость, соединяя гидрологическое моделирование и управление окружающей средой путем эффективного удовлетворения потребностей конечных пользователей, уровня доверия и ограничений проекта [5].

Гидрологическое моделирование играет важнейшую роль в процессах управления окружающей средой и принятия решений. Оно помогает понять и предсказать поведение водных ресурсов, что необходимо для различных аспектов управления окружающей средой. Ниже приводим несколько ключевых моментов, подчеркивающих важность гидрологического моделирования в управлении окружающей средой [6]:

1. Управление водными ресурсами: гидрологические модели используются для моделирования движения и распределения воды в окружающей среде, включая поверхностные воды (реки, озера и водно-болотные угодья) и системы подземных вод. Эти модели помогают оценить доступность и устойчивость водных ресурсов, что необходимо для

планирования водоснабжения, управления ирригацией и против паводковых мероприятий.

2. Прогнозирование наводнений и засух: гидрологические модели используются для прогнозирования наводнений и засух, что крайне важно для систем раннего предупреждения и готовности к стихийным бедствиям. Моделируя потенциальные последствия экстремальных погодных явлений, эти модели помогают разрабатывать стратегии смягчения последствий и минимизировать риски для жизни людей, инфраструктуры и экосистем.

3. Оценка воздействия изменения климата: гидрологические модели являются важнейшими инструментами для оценки потенциального воздействия изменения климата на водные ресурсы. Включая сценарии изменения климата, эти модели могут прогнозировать изменения в характере осадков, температуре и других климатических переменных, а также их влияние на доступность, качество воды и экстремальные явления (наводнения и засухи).

4. Управление водосбором: гидрологические модели используются для анализа гидрологических процессов и водного баланса в пределах водосборных бассейнов. Эта информация необходима для разработки комплексных планов управления водосборами, которые направлены на обеспечение баланса потребностей различных заинтересованных сторон (например, сельского хозяйства, промышленности, городских районов) при сохранении целостности экосистемы.

Интеграция гидрологических моделей в процессы принятия решений имеет решающее значение для эффективного управления окружающей средой и устойчивого развития. Гидрологические модели предоставляют ценные сведения и количественную информацию, которые могут способствовать принятию обоснованных решений на различных уровнях. Вот некоторые ключевые аспекты интеграции гидрологических моделей в процессы принятия решений [7]:

1. Планирование и управление водными ресурсами: гидрологические модели являются важнейшими инструментами для оценки наличия, распределения и качества водных ресурсов. Результаты этих моделей могут использоваться для принятия решений, связанных с распределением воды, эксплуатацией водохранилищ, планированием орошения и разработкой проектов водной инфраструктуры (например, плотин, каналов и очистных сооружений).

2. Управление рисками наводнений: гидрологические модели используются для моделирования сценариев наводнений и прогнозирования масштабов и тяжести наводнений при различных условиях. Эта информация крайне важна для составления карт риска наводнений, проектирования противопаводковых сооружений, планирования землепользования и мер по обеспечению готовности к чрезвычайным ситуациям.

3. Управление засухой: моделируя будущие режимы выпадения осадков и доступность воды, гидрологические модели могут помочь лицам, принимающим решения, предвидеть засуху и подготовиться к ней. Это включает разработку планов действий на случай засухи, реализацию мер по экономии воды и определение приоритетов в распределении воды между различными секторами (например, сельским хозяйством, промышленностью и бытовым использованием).

4. Адаптация к изменению климата: гидрологические модели могут включать прогнозы изменения климата для оценки потенциального воздействия на водные ресурсы и связанных с этим рисков. Эта информация может служить руководством для лиц, принимающих решения, при разработке стратегий адаптации, таких как изменение дизайна инфраструктуры, внедрение водосберегающих технологий и корректировка методов землепользования.

Для эффективной интеграции гидрологических моделей в процессы принятия решений необходимо привлекать междисциплинарные группы экспертов, включая гидрологов, инженеров, политиков и заинтересованные стороны. Совместные усилия могут обеспечить правильную интерпретацию результатов моделирования, информирование о неопределенностях, а также прозрачность и всеохватность процессов принятия решений.

Кроме того, очень важно регулярно обновлять и совершенствовать гидрологические модели по мере поступления новых данных и научного понимания. Этот процесс непрерывного совершенствования может повысить точность и надежность прогнозов модели, что приведет к принятию более обоснованных и эффективных решений для устойчивого управления окружающей средой.

Гидрологическое моделирование сталкивается с рядом проблем и ограничений, которые необходимо решать. Вот некоторые из основных проблем и ограничений в гидрологическом моделировании для управления окружающей средой [8]:

1. Наличие и качество данных: гидрологические модели опираются на точные и полные исходные данные, такие как осадки, речной поток, характеристики почвы, землепользование и топография. Однако во многих регионах доступность и качество данных могут быть ограничены из-за неразвитости сетей мониторинга, неполноты исторических записей или ошибок измерений. Такая нехватка данных может внести неопределенность и неточность в прогнозы модели.

2. Пространственная и временная изменчивость: гидрологические процессы характеризуются значительной пространственной и временной изменчивостью, обусловленной такими факторами, как топография, неоднородность почвы, характер растительности и климатические условия. Улавливание этой изменчивости в соответствующих масштабах может быть

сложной задачей, особенно в сложных ландшафтах или крупных речных бассейнах. Неправильное пространственное или временное разрешение может привести к чрезмерному упрощению или неточностям в результатах моделирования.

3. Сложность модели и параметризация: гидрологические модели часто включают множество параметров, которые необходимо калибровать или оценивать на основе имеющихся данных. Сложность этих моделей и взаимозависимость между параметрами могут сделать процесс калибровки сложным, особенно в регионах с дефицитом данных. Неправильная параметризация может привести к значительным ошибкам в прогнозах модели.

4. Представление физических процессов: гидрологические модели призваны отображать сложные физические процессы, такие как поверхностный сток, подповерхностный сток, испарение и динамика влажности почвы. Однако некоторые процессы могут быть чрезмерно упрощены или не полностью отражены из-за ограниченности нашего понимания или вычислительных ограничений моделей. Это может привести к неточностям или погрешностям в результатах моделирования.

Для решения этих проблем ведутся исследования, направленные на совершенствование методов сбора данных, разработку более надежных и гибких схем моделирования, совершенствование методов оценки параметров и интеграцию передовых статистических методов и методов машинного обучения для количественной оценки неопределенности. Кроме того, междисциплинарное сотрудничество, наращивание потенциала и обмен знаниями между исследователями, практиками и заинтересованными сторонами необходимы для эффективного гидрологического моделирования и принятия обоснованных решений в области природопользования.

Заключение. Гидрологическое моделирование играет важную роль в управлении окружающей средой и принятии решений, связанных с устойчивым использованием водных ресурсов. Интеграция передовых гидрологических моделей обеспечивает лучшее понимание сложных взаимосвязей между водой, климатом, землепользованием и деятельностью человека.

Несмотря на ряд проблем и ограничений, таких как ограниченность данных, пространственная и временная изменчивость процессов, а также сложность параметризации модели, ведутся активные исследования по повышению точности, надежности и применимости гидрологического моделирования. Внедрение передовых методов сбора и усвоения данных, усовершенствованных схем моделирования и интеграция статистических подходов и подходов машинного обучения открывают новые возможности.

Библиографический список

- 1 Pinheiro N. V., Galvncio J. D. Hydrological modeling and payment for environmental services in the decision-making process for the conservation of river basins //Journal of Hyperspectral Remote Sensing v. – 2022. – Т. 12. – №. 6. – С. 391-409.
2. Pulighe G., Lupia F. Eco-Hydrological Modelling of a Highly Managed Mediterranean Basin Using the SWAT+ Model: A Preliminary Approach //Environmental Sciences Proceedings. – 2023. – Т. 25. – №. 1. – С. 24.
3. Rulli M. C., Galli N., Chiarelli D. D. Hydrological modeling to support co-designed NEXUS management strategies //EGU General Assembly Conference Abstracts. – 2023. – С. EGU-15163. doi: 10.5194/egusphere-egu23-15163.
4. Bonacci O. Hydrological models //Acta hydrotechnica. – 2022. – Т. 35. – №. 62. – С. 33-40.
5. Hamilton S. H. et al. Fit-for-purpose environmental modeling: Targeting the intersection of usability, reliability and feasibility //Environmental Modelling & Software. – 2022. – Т. 148. – С. 105278.
6. Давыдов Л. К., Дмитриева А. А., Конкина Н. Г. Общая гидрология. – 1973.
7. Пузанов А. В. и др. Опасные гидрологические явления в бассейне Верхней Оби: современные тенденции и прогнозирование //Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2018. – №. 4. – С. 69-77.
8. Пьянков С. В., Шихов А. Н. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений. – Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017.

УДК 628.122

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Короткоручко Дмитрий Юрьевич, аспирант кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, korotkoruchko@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Али Мунзер Сулейман, и.о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, viv@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается роль гидравлических аккумуляторов в системах водоснабжения. Гидравлические аккумуляторы являются важным компонентом водоснабжения, обеспечивая стабильное