

УДК 551.579:556 (575.1)

Магдиев Х.Н.,

соискатель

кафедры гидрологии суши

Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,

Узбекистан, Ташкент

Ширинбоев Д.Н., д.ф.г.н. (PhD)

преподаватель кафедры гидрометеорологии

Самаркандского государственного университета

имени Шарафа Рашидова, Узбекистан, Самарканд

Научный руководитель: Хикматов Ф.Х., д.г.н, профессор

кафедры гидрологии суши Национального университета Узбекистана

имени Мирзо Улугбека, Узбекистан, Ташкент

**ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ УЧЕННЫХ
ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН С ЦЕЛЬЮ ИХ МОНИТОРИНГА**

Аннотация: в статье освещен опыт ученых зарубежных стран по гидрологическому картографированию. Особое внимание уделено картографированию атмосферных осадков – основных источников питания водных объектов и испарения, которые являются основными составляющими уравнения водного баланса.

Ключевые слова: гидрологическое картографирование, картографические способы изображения гидрологических явлений, рельеф, атмосферные осадки, испарения, водный баланс.

Magdiev H.N.,

applicant

*department of land hydrology National University of Uzbekistan named
after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent*

Shirinboev D.N., Ph.D.

lecturer

*department of hydrometeorology Samarkand State University named
after Sharaf Rashidov, Uzbekistan, Samarkand*

Scientific adviser: Hikmatov F.Kh., Doctor of Science, Professor

*Department of Terrestrial Hydrology of the National University of Uzbekistan
named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent*

EXPERIENCE OF MAPPING THE CHARACTERISTICS OF SURFACE WATER BODIES OF SCIENTISTS FOREIGN COUNTRIES FOR THE PURPOSE OF THEIR MONITORING

***Abstract:** the article highlights the experience of scientists from foreign countries in hydrological mapping. Particular attention is paid to the mapping of atmospheric precipitation - the main sources of water supply and evaporation, which are the main components of the water balance equation.*

***Keywords:** hydrological mapping, cartographic methods of depicting hydrological phenomena, relief, atmospheric precipitation, evaporation, water balance.*

Введение. Гидрологическое картографирование является одним из особых способов обобщения большого объема гидрологической информации, накопленной сегодня в системе национальных гидрометеорологических служб государств мира. Результаты такого рода картографирования, т.е. гидрологические карты являются наглядными источниками информации о режиме вод суши - рек, озер, водохранилищ,

снежного покрова, ледников и другие. С другой стороны, они способствуют осуществлению их мониторинга, поэтому они широко используются при планировании режима эксплуатации гидротехнических сооружений, водохозяйственных систем, а также работ различных водопотребителей и водопользователей. В связи с этим, гидрологическое картографирование имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение при решении проблем мониторинга, охраны, рационального использования водных ресурсов.

Проблемам картографирования водных объектов, их водных ресурсов в целом, различных характеристик вод суши посвящены работы А.М.Берлянта, Б.Д.Зайкова, Н.П.Заруцкой, Г.Н.Петрова, К.А.Салищева, Т.Г.Сватковой, А.А.Соколова, Т.М.Мирзалиева, Э.Ю.Сафарова, А.Э.Эгамбердиева и других ученых бывшего Союза и стран СНГ. Следует также отметить, что различные тематические карты водных объектов составлены специалистами дальнего зарубежья, т.е. ведущими учеными в области картографии и гидрологии США, Англии, Австралии, Канады, Швейцарии и других стран мира (G.A.McKay, W.T.Allen, J.C.Barnes, M.A.Bilello, R.J.Brown, F.Durrant, H.B.Espenshade, H.Liebscher, C.Steinhauser, E.Vowinkel и многие другие). Составленные ими различные тематические гидрологические карты отличаются как оригинальностью, так и многоцелевой информированностью.

В данной работе будут рассмотрены в основном карты, составленные специалистами стран дальнего зарубежья. Как известно, они разработаны для целей образования, планирования работы различных водопользователей и водопотребителей, повседневной хозяйственной деятельности организаций и научных исследований, а также мониторинга водных объектов суши.

Как утверждает канадский ученый Гордон А. Мак-Кей (G.A. McKay), в гидрологической картографии необходимо соблюдать следующие основные правила [16,17]:

1) прежде всего, это правила, диктуемые самой природой, которая требует соблюдения в процессе картографирования условий водного и радиационного балансов, правильного и совокупного отражения других физических переменных;

2) необходимо ясное представление о природе отображаемого на карте гидрологического явления, характере исходных данных и погрешностях их изменения, как по территории, так и во времени;

3) нужно стремиться к большей стандартизации данных, единиц измерения, изолиний, масштабов и других параметров, что даст возможность получить сравнимые результаты и устранить риск неправильного понимания потребителем сущности закономерности проявления гидрологического явления;

4) наряду с вышеперечисленными, необходимо также соблюдать основные правила картографии, т.е. картографические способы изображения гидрологических явлений, рельефа, картографической генерализации и другие, поскольку они облегчают подготовку и производство карт различного назначения.

Следует отметить, что зарубежные исследователи [12, 16, 17] особое внимание обращают на качество исходной информации и их согласованность. Как известно, в 1965-1974 гг. под эгидой ЮНЕСКО было проведено Международное гидрологическое десятилетие (МГД) при широком участии стран, международных правительственных и неправительственных организаций. По своим масштабам, научному и практическому значению оно представляет одно из самых крупных мероприятий в международном сотрудничестве по изучению природы, в частности водных ресурсов, в интересах человека.

В период МГД была высказана неудовлетворительность результатами гидрометеорологических измерений, в том числе, атмосферных осадков, испарения и стока речных вод. Поэтому для построения более точных карт осадков часто используются данные по водному балансу. Подобно этому, радиационный баланс даёт возможность уточнить значения испарения. Следует здесь особое внимание обратить на пространственную согласованность гидрологических и метеорологических величин с учётом рельефа местности, а также их временную согласованность.

Основная часть. Успешному гидрологическому картографированию способствуют национальные и международные программы стандартизации, которые могли бы обеспечить базу высококачественных данных, согласованных в отношении точности, типа и единиц измерения. К сожалению, сегодня большинство сетей гидрометеорологических наблюдений в мире и их данные имеют недостатки вследствие пространственной и временной изменчивости гидрологических элементов, а также инструментальных и методических погрешностей. Такое обстоятельство, особенно пропуски в наблюдениях, заставляют исследователя использовать статистические методы и другие вспомогательные модели, позволяющие восстановить истинную картину гидрологических процессов и явлений. Это даёт возможность оценить полноту рядов данных, наиболее характерные ошибки, пространственную и временную изменчивость и другие особенности картографируемого гидрологического элемента. Одним словом, количество и качество данных, а также их статистические показатели учитываются при выборе масштаба карты, точности границ, расположения изолиний и достоверности составляемой карты.

Основные типы и характеристики карт. В исследованиях W.T.Allen, G.A.McKay, H.liebscher, C.Steinhauser, E.Vowinckel и других указано, что при выборе размера, проекции и элементов содержания любой

гидрологической карты, ключевым фактором является целевое назначение данной карты, наличие и характер данных, использованных при его составлении. Во многих зарубежных странах для различных целей используются мелкомасштабные (1:5 000 000 и менее) и крупномасштабные (более 1:100 000) карты. Как известно, мелкомасштабные карты часто используются при генеральном планировании и в области образования, а крупномасштабные - при выборе новостроек, исследованиях водосборов водных объектов и другие.

Анализ разработанных атласов вод суши в странах, таких как США, Англия, Канада и других, показал, что у них наиболее часто картографируются следующие характеристики гидрологических элементов или показателей:

- 1) наблюдательная гидрологическая сеть и её расположение по изучаемой территории;
- 2) средние или медианные значения гидрологического показателя (норма стока, слой стока за половодья, сток за период межени и др.);
- 3) отклонения величины гидрологического элемента от среднего;
- 4) многолетняя изменчивость и коэффициенты вариации;
- 5) суммарные показатели для определенного явления или периода;
- 6) экстремальные (максимальные, минимальные) значения гидрологических явлений и их изменчивость;
- 7) число суток или месяцев с определенными условиями формирования стока рек, колебания уровня водоёмов;
- 8) начала, окончания и общая продолжительность изучаемого гидрологического явления;
- 9) интенсивность гидрологического явления с определенной частотой повторения;
- 10) комбинации нескольких гидрологических элементов или природных компонентов;

11) графики изменчивости гидрологических явлений во времени, их интенсивность, продолжительность, повторяемость и другие.

Во всех, перечисленных выше картах, основными средствами передачи информации являются изолинии, точечные методы, линейные или площадные знаки. Самыми распространенными являются карты, отображенные в изолиниях. При этом рекомендуется использовать постоянный интервал между изолиниями.

Типичными картами точечных знаков являются карты измеренных значений глубин, точечных наблюдений за химическим и биологическим составом или температурой воды. Разнообразие линейных знаков достигается путём изменения их очертаний, ширины линии и окраски, а также благодаря использованию окрашенных полос. Площадные знаки применяют для изображения пространственных элементов гидрологических явлений, например, затопляемых территорий, области формирования стока, источников питания рек.

О картах атмосферных осадков и испарения. Как известно, атмосферные осадки и испарение являются, соответственно, основными приходными и расходными элементами уравнения водного баланса любой территории или водного объекта. В данной работе ограничимся изучением опыта зарубежных исследователей по составлению карт атмосферных осадков и испарения с поверхности водосбора и площади зеркала различных водных объектов.

Как отмечают зарубежные исследователи, независимо от различий и физической сущности этих основных элементов водного баланса, картографирование атмосферных осадков и испарения осуществляется совершенно одинаковыми способами [10,13,14,18,19].

Карты атмосферных осадков. Согласно картографируемым элементам, зарубежными учеными и специалистами разработаны следующие виды карт атмосферных осадков:

- 1) карты годовых сумм атмосферных осадков изучаемой территории;
- 2) карты атмосферных осадков различных сезонов;
- 3) карты месячных сумм атмосферных осадков;
- 4) карты изменчивости атмосферных осадков и другие.

Дополнительно к вышесказанному, зарубежными учёными составлены большое число карт, изображающих количество осадков при заданной продолжительности и повторяемости. Для целей планирования землепользования особую важность имеют карты гидрологической засухи, избытка влаги. Такие карты построены, в основном, в изолиниях, которые хорошо согласуются с рельефом местности. Сглаживание изолиний производится до уровня допустимой ошибки, определяемого назначением и масштабом карты. Представленные на таких картах гистограммы показывают внутригодовое распределение атмосферных осадков (в процентах) по месяцам и сезонам по данным репрезентативных станций. Такие гистограммы дают дополнительную информацию о годовом режиме осадков и значительно увеличивают прикладную ценность карты. Ярким примером таких карт является карта среднего годового количества осадков для территории Канады, составленная канадскими учеными F.K.Hare и J.E.Nay [16, 17].

В большинстве случаев необходимы более подробные карты. Такая задача трудноразрешима, особенно, для горных районов, как восточная часть Узбекистана. Подобные карты можно создать для горных районов с хорошей опорной метеорологической сетью. При этом можно использовать гипсографические кривые: $X = f(H)$, т.е. графики зависимости атмосферных осадков (X) от высоты местности (H). Такой подход был использован В.Primault [16] при подготовке карты среднего годового количества осадков в районе Лозанны, Швейцария (рис.1).

Существуют карты атмосферных осадков технического и оперативного назначения. К ним относятся карты с изображением

процентилей, высоты слоя осадков, их продолжительности, повторяемости. Такие карты также можно создать в изолиниях.

Как известно, расчетные кратковременные экстремумы осадков получают посредством статистического анализа рядов наблюдений. Результаты такого статистического анализа изображают на картах как высота слоя осадков за определенный промежуток времени: минут, час, сутки (рис.1).

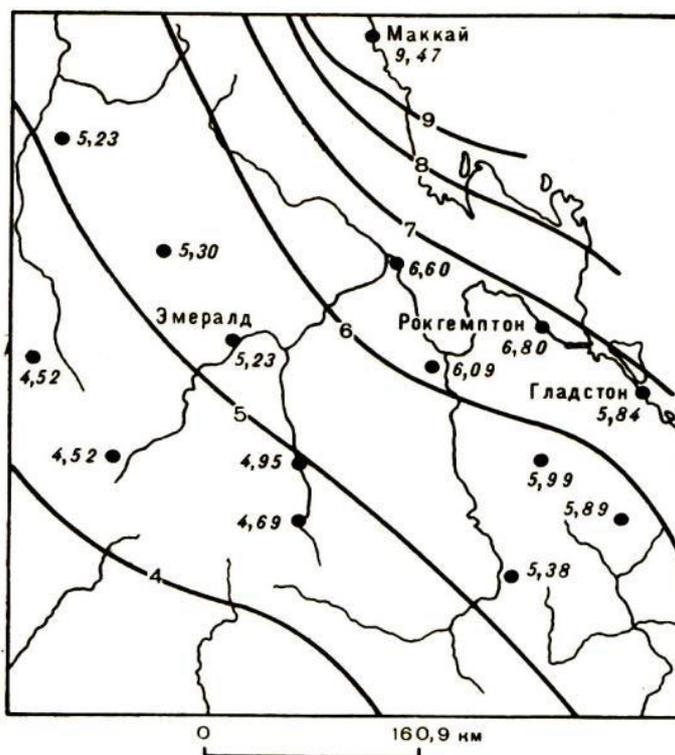


Рис.1. Количество осадков в течение часа (см), которое может быть достигнуто или превышено 1 раз в 10 лет

Содержание и качество таких карт можно существенно улучшить расчетными данными, полученными с помощью метода отношений. На основе полученных результатов можно построить отдельные виды карт - карта отношений различных характеристик осадков (рис.2). Отношения, полученные по картам типа, представленного на рис.2, позволяют рассчитать слой осадков за разные периоды по осадкам за 24 часа, т.е. за обычный период их измерения.

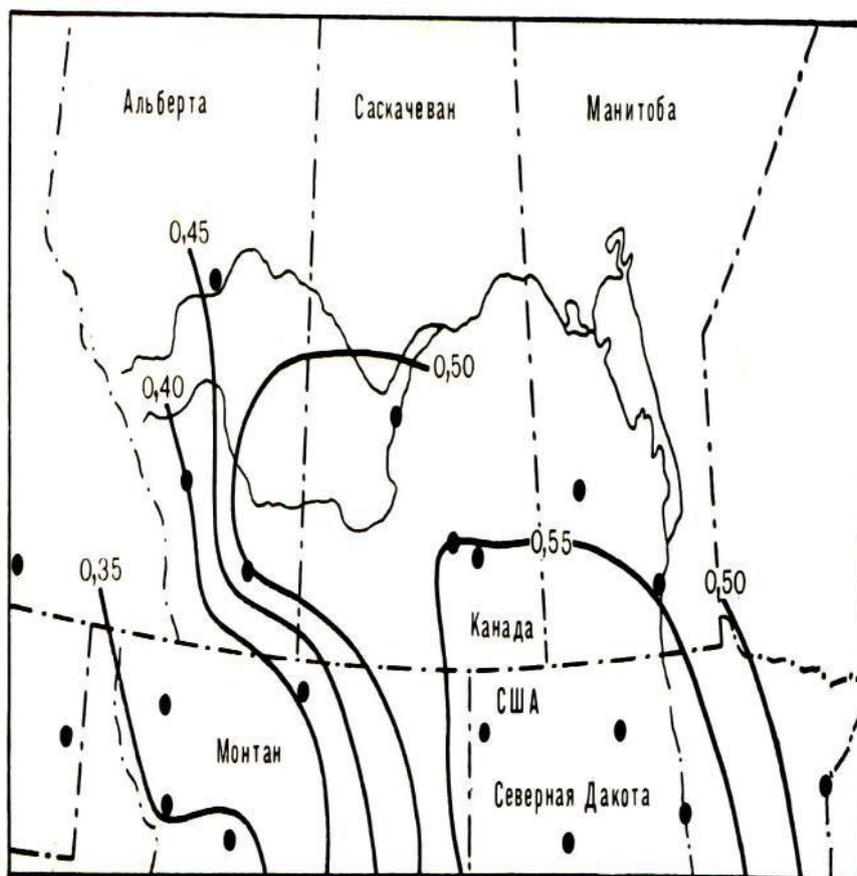


Рис.2. Карта отношений максимумов осадков с одинаковым периодом повторяемости, построенная согласно повторяемости осадков на отдельных станциях

При наличии достаточно длинных рядов наблюдений можно рассчитать среднее значение и коэффициент вариации максимальных в году осадков за сутки. Эти статистические показатели, в свою очередь, дают возможность построить серия специальных тематических карт.

Зарубежными учеными особое внимание уделено картам ливневых осадков, которые имеют важное значение в гидрологических расчетах, связанных с определением характеристик селевых паводков. Они позволяют также произвести специальные расчеты, связанные с уточнением максимальных расходов селевых паводков. Такие карты также позволяют построить графики связи между высотой слоя осадков, площадью и продолжительностью, а также соответствующих обзорных

карт этих зависимостей. В итоге все они позволяют определить расчетные расходы дождевых паводков.

Карты испарения. Как отмечает канадский ученый Гордон А. Мак-Кей (G-A. McKay), существуют три основных типа карт испарения:

1. Карты испарения с водной поверхности озёр, водохранилищ;
2. Карты испаряемости с поверхности суши;
3. Карты фактического испарения с поверхности изучаемой территории.

Следует отметить, что по способу представления данных, как указано выше, они мало отличаются от карт атмосферных осадков. В качестве примера можно привести одну из таких карт, т.е. карту испарения с водной поверхности малых озер, составленную коллективом канадских специалистов [16, 17]. При её построении использована крупная сетка квадратов с размером 100x100 км, т. е. данные испарения осреднены по таким квадратам. Данная карта представляет пример генерализованной карты испарения с площади водной поверхности малых озер и поэтому для таких карт характерны определенные погрешности.

Карты характеристик фактического испарения в канадских прериях построены Е.Вовинкелем (E.Vowinkel) [19] с применением метода квадратных сеток. Этот метод также использован Д.Гриндли (J.Grindley) при построении карты среднегодовой испаряемости для территории Великобритании [17]. Такие карты дают возможность методом водного баланса определить поверхностный сток или сток с площади отдельного речного бассейна.

Основные выводы:

1 Изучен опыт картографирования гидрологических характеристик поверхностных вод зарубежных ученых и специалистов. Приведены основные правила, соблюдаемые при составлении карт различных характеристик вод суши;

2. Показано, что успешному гидрологическому картографированию способствуют национальные и международные программы стандартизации, которые могли бы обеспечить базу высококачественных данных, согласованных в отношении точности, типа и единиц измерения. Приведены основные типы, характеристики карт и способы передачи необходимой гидрологической информации путем их картографирования;

3. Особое внимание уделено изучению опыта зарубежных учёных по картографированию основных элементов водного баланса, таких как атмосферные осадки и испарение с различных поверхностей, включая транспирацию. Проанализированы способы составления различных типов карт осадков и испарения.

Литература:

1. Берлянт А.М. Картография. Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.

2. Зайков И.П. Карта среднего годового стока Европы // Труды ГГИ. Вып. 6. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. – С. 33 – 42.

3. Заруцкая И.П., Красильникова П.В. Проектирование и составление карт. Карты природы. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 206 с.

4. Мирзалиев Т., Сафаров Э.Ю., Эгамбсрдиев А., Корабоев Ж.С. Карташунослик. – Тошкент: Чўлпон, 2012. – 239 б.

5. Петров Г.Н. Неотложные вопросы картирования водных ресурсов. «Тр. Сев. НИГМИ», 1965. – Вып. XXIV.

6. Салищев К.А. Картоведение. Учебник. Издание третье, дополненное и переработанное. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.

7. Сваткова Т.Г. Поверхностные воды и их ресурсы. – В кн.: Комплексные региональные атласы. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – С. 260-290.

8. Соколов А.А. К теории гидрологического картирования // Известия ВГО. Вып. 1, 1968. – С 21 -27.

9. Allen W.T., Break-up and Freeze-up Dales in Canada. Department of Trans port. Meteorological Branch. – Toronto, 1964. – P. 201.
10. Barnes J.C. and Bowley C.J. «Operational snow mapping from satellite photography. Eastern Snow Conference Proceedings. 1969. – P.79-103.
11. Bilello M.A. Surface measurements of snow and ice for correlation win aircraft and satellite observations // US Army. Cold Regions Research and Engincering Laboratory. Hanover. N. H.. Special Report 127. 1969, – P. 11.
12. Brown R.J. Permatrost in Canada, University of Toronto Press, Toronto. Canada, 1970. – P. 234.
13. Durrant F. and Godwin B. The needs, application and value of hydrological maps to regional water resource management programs // Hydrological Mapping. Canadian National Committee IHD. 1969. – P. 9 – 42.
- 14 Espenshade E.B and Sehytt S.V. Problems in mapping snow cover // US Army Corps of Engineers. SI PRE Research Report 27. Wilmette. III., USA. – P. 92.
15. Liebschr H. A method of runoff mapping from precipitation and air temperature data // IASH/Unesco/WMO Symposium on World Water Balance. (ASM publication. № 92. 1970. – P. 115 – 121.
16. McKay G. A. and Thomas M.K. Mapping of climatological elements // The Canadian Cartographer. 8.1. 1971. – P. 27 – 40.
17. McKay G.A. and Thompson H. A. Snow cover in the Prairie Provinces of Canada // Trans, ASAE. 11.6. 1968. – P. 812 – 815.
18. Steihauser C. Methods of evaluating and drawing climatic maps in mountainous counties // Archiv. fur Met. Geophysik und Bioklimatologia. Serie B. 4. Band 15. 1967. – P. 329 – 358.
19. Vowinckel E. Evaporation on the Canadian Prairies // Arctic Meteorology Research Group, Publication in Meteorology №88, McGill University. Montreal, Canada. 1967. – P.21.