

Использование спутниковой информации для оценки динамики снегового покрытия в гидролого-математической модели стока весеннего половодья на примере бассейна Саяно-Шушенской ГЭС

Д.А. Бураков¹, И.Н. Гордеев¹, В.Ю. Ромасько²

¹Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды,
660049 Красноярск, ул. Сурикова 28

E-mail: bur@meteo.krasnoyarsk.ru

²Красноярский филиал ФГБУ НЦУКС по космическому мониторингу
660036 г. Красноярск, Академгородок-50, строение 45

E-mail: victor@space.akadem.ru

В России до сих пор недостаточно действующих оперативных технологий гидрологических прогнозов, использующих информацию с ИСЗ. Одной из причин является недостаточное развитие в местных центрах прогноза технических средств и программного обеспечения, позволяющего осуществлять оперативную автоматизированную обработку спутниковых данных. Приведен пример использования данных космического мониторинга заснеженности бассейна в оперативной практике гидрологических прогнозов притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС в период открытого русла.

Ключевые слова: гидрологические прогнозы, гидролого-математическая модель, приток воды, Саяно-Шушенское водохранилище, заснеженность бассейна, космический мониторинг, композит, *NDSI*, *MODIS*.

1. Гидролого-математическая модель - методическая основа прогнозов

Саяно-Шушенское водохранилище на р. Енисее – водоём, созданный в результате строительства одной из крупнейших в мире Саяно-Шушенской ГЭС. Характеристики водохранилища:

- полная ёмкость 31,3 км³;
- полезная ёмкость 15,3 км³;
- площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) 621 км²;
- высота призмы годовой сработки около 40 м;
- подпор от ГЭС при НПУ распространяется на 300-320 км.

Водоохранилище расположено на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва. Основными притоками являются реки Енисей (70% объема годового притока в водохранилище), Хемчик (8%), Ус (4%), Кантегир (7%).

Гидролого-математическая модель, используемая для прогноза притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС, рассмотрена в [1, 2]. В настоящее время она применяется на практике для прогноза уровней воды рек Абакан, Туба, Кан, Кача и др., притока воды в водохранилища Енисейских и Обской ГЭС. Модель описывает следующие гидрометеорологические процессы:

- территориальное распределение запаса воды в снежном покрове перед началом снеготаяния в горах и на равнинах;
- снеготаяние и поступление талой и дождевой воды на поверхность почвы;
- поглощение и задержание воды ёмкостью речного бассейна, образование динамического запаса воды на склонах и приток в русловую сеть;

- движение воды по руслам к замыкающему створу речного бассейна (описывается с применением кривой добегаания [1, 2, 3]).

Расход воды в замыкающем створе $Q(t+\Delta t)$ рассчитывается с учетом поступления талой и дождевой воды на поверхность бассейна (по ежедневным данным о температуре воздуха и суточных осадках), поглощения и задержания воды на склонах, склоновой и русловой трансформации:

$$Q(t + \Delta t) = \sum_n \int_0^{t+\Delta t} q_j(t + \Delta t - \tau) f_j(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где t - дата выпуска прогноза; Δt - заблаговременность прогноза; n – число ландшафтных районов в бассейне; $q_j(t)$ – суммарный приток в русловую сеть в соответствующем ландшафтном районе [1, 2].

С целью снижения ошибок краткосрочных прогнозов расхода воды учитываются запасы воды в речной системе на момент выпуска прогноза:

$$Q(t + \Delta t) = \sum_n \int_0^{\Delta t} q_j(t + \Delta t - \tau) f_j(\tau) d\tau + Q_w(t+\Delta t), \quad (2)$$

где $Q_w(t+\Delta t)$ – составляющая расхода воды, обусловленная истощением запаса воды в русловой системе.

В [3] составляющая $Q_w(t+\Delta t)$ представлена в зависимости от уровней воды в речной системе и их тенденций. Тогда выражение для прогноза ежедневных расходов воды получит вид

$$Q(t + \Delta t) = [c_0 \sum_n \int_0^{\Delta t} q(t + \Delta t - \tau) f(\tau) d\tau + \sum_m c_i (H_i(t) - H_{i\min})^{y_1} + \sum_m c_{i+m} (H_i(t+1) - H_i(t))], \quad (3)$$

где m – число пунктов наблюдений за уровнями воды в рассматриваемой речной системе; $(H_i(t) - H_i(t-1))$ – изменение уровней воды за сутки; y_1 - показатель степени, учитывающий нелинейность связи площади поперечного сечения с уровнем воды; c_i ($i=0,1,2,\dots$) – агрегированные коэффициенты.

Формула (3) служит основой прогноза расходов воды в замыкающем створе. Модель учитывает ход таяния снега, выпадение осадков, уровни воды и их суточные тенденции в замыкающем и всех выше расположенных створах, а также ряд других факторов. Параметры модели определяются методами наименьших квадратов и оптимизации по материалам наблюдений за прошлые годы (1965 – 2007) [2].

В рассматриваемой модели территориальное многообразие процессов стока учитывается путем выделения в бассейне ландшафтно-гидрологических районов. К сожалению, корректному применению этого подхода препятствует ограниченность гидрометеорологической информации. По этой причине детальное ландшафтно-гидрологическое районирование не дает ожидаемого эффекта, т.к. выделенные районы не освещены данными пунктов метеорологических наблюдений. Приходится укрупнять районы таким образом, чтобы в каждом из них находился хотя бы один метеорологический пункт. В горных ус-

ловиях в каждом районе (бассейне) выделяются высотные зоны. Ход температуры воздуха, снеготаяния и осадков рассчитываются по данным опорных станций с помощью соответствующих высотных градиентов для каждого района. В пределах района и высотной зоны территориальная неравномерность распределения запасов воды в снежном покрове, емкостного поглощения воды и других характеристик учитываются с помощью вероятностных распределений.

2. Использование спутниковой информации для оценки динамики снегового покрытия бассейна в гидролого-математической модели стока весеннего половодья

Высокое значение альбедо снега хорошо контрастирует с большинством других естественных покровов земной поверхности. На первых снимках со спутника *TIROS-1* в апреле 1960 г был зарегистрирован снежный покров [4]. С 1966 г *NOAA* картирует снежный покров северного полушария еженедельно [5]. С 1997 г еженедельный продукт заменён новыми ежедневными картами снежного покрова с пространственным разрешением 25 км [6]. Региональные продукты снежного покрова с разрешением в 1 км оперативно готовятся для 3000-4000 речных бассейнов Северной Америки Национальной службой погоды (*National Weather Service*) [7].

В рамках программы *EOS (Earth Observation System)* был разработан и с 1998 г применяется алгоритм картирования снега и льда (включая ледовый покров больших озёр), альбедо снега, ледового покрова морей и его температуры на основе данных радиометра *MODIS* [8]. Выпускаются ежедневные и 8-дневные карты снежного покрова, а также ежедневные и 8-дневные композиты ледового покрова и температуры льда морей в виде цифровых растровых картографических продуктов. Все данные о снежном и ледовом покрове архивируются и распространяются Национальным центром данных о снеге и льде (*National Snow and Ice Data Center, NSIDC*) в Университете Колорадо.

В основу алгоритма положен пороговый критерий по нормализованному снежному индексу *NDSI*. *NDSI* нечувствителен к изменению освещённости сцены в широких пределах, частично нормирован на влияние атмосферы, и не зависит от альбедо одного канала. Для данных *MODIS NDSI* рассчитывается по следующей формуле:

$$NDSI = (MODIS\ 4 - MODIS\ 6) / (MODIS\ 4 + MODIS\ 6)$$

Пиксели, которые покрыты снегом примерно на 50% или больше, имеют значение *NDSI* 0,4 в тестовых сценах. Этот порог по *NDSI* был проверен разработчиками алгоритма детальным анализом многочисленных сцен высокого разрешения с *KA Landsat*, сравнением с результатами классификации с обучением, а также сверками карт, рассчитанных этим алгоритмом с картами тех же территорий, полученных независимо. Дополнительные тесты отсеивают другие классы поверхностей, такие как воду и тёмную растительность, в диапазоне малых альбедо – в области максимальной чувствительности теста по *NDSI* малым вариациям альбедо.

Данные картирования снежного покрова могут успешно использоваться для прогноза уровней воды в реках в период весеннего половодья. Как показано в работах [2, 9], данные об относительных площадях заснеженности речных бассейнов могут применяться в практике гидрологических прогнозов для различных целей. Во-первых, спутниковая информация может использоваться для калибровки гидрологической модели. С ее помощью можно уточнить параметры функции высотного распределения снеготаяния, коэффици-

енты стаивания, градиенты температуры воздуха не только для всего бассейна, но и для его отдельных областей. Во-вторых, информация может широко использоваться для оценки динамики заснеженности с целью диагностики возможной реакции расходов (уровней) воды замыкающего створа на ожидаемое изменение погоды. В-третьих, информацию о динамике заснеженности можно использовать для текущей корректировки входных параметров гидрологической модели, таких как начальный (максимальный) запас воды в снежном покрове.

В качестве примера рассмотрим использование данных о заснеженности для корректировки параметров гидрологической модели. Для сравнения с фактической площадью заснеженности на текущую дату, полученной по спутниковым данным, используется модельная оценка этой площади, рассчитанная по модели снеготаяния с использованием ежедневных данных о температуре воздуха и осадках. По результатам сравнения принимается решение о корректировке начальных снегозапасов отдельных районов для компенсации расхождения. Далее, вносятся коррективы в начальные снегозапасы районов, и расчёт по модели повторяется. После нескольких таких итераций добиваются минимального расхождения в расчётных и фактических площадях заснеженности на текущую дату. Точность прогноза по модели в результате данной процедуры увеличивается. Для уточнения прогнозов по модели достаточно нескольких эпизодических коррекций в течение сезона снеготаяния.

Для рассмотренного варианта применения спутниковых наблюдений площадей заснеженности на регулярной основе был разработан пакет программ «Система мониторинга заснеженности», состоящий из двух частей. Программа «Служба мониторинга заснеженности» предназначена для оперативной автоматической обработки дневных данных радиометра *MODIS*, установленного на КА *Terra*. Программа «Информационный сайт мониторинга заснеженности» предназначен для доступа к хранилищу данных системы мониторинга заснеженности через глобальную сеть Интернет.

Система рассчитана на обработку данных непосредственно после их приёма и конвертирования в формат *Level 1B*. Обработка данных максимально распараллелена на основе алгоритма «портфеля задач», так что служба способна на 100% загрузить все логические процессоры в системе, и система отлично масштабируется. Оперативность обработки такова, что данные обрабатываются в течение нескольких минут, до приёма следующего витка. Сущность алгоритма «портфеля задач» заключается в разбиении обработки на малые порции — задачи, планировании обработки — наполнения «портфеля задач», и параллельном выполнении задач несколькими обработчиками из «портфеля». План обработки строится на основе анализа информации о датах модификации исходных данных и результатов. Устаревшие результаты и все от них зависящие по цепочке заносятся в план на пересчёт. Хранилище данных, поддерживаемое в актуальном состоянии по такой схеме планирования обработки, является самовосстанавливающейся. Запуск службы после простоя автоматически восстановит корректное состояние базы данных, что значительно повышает отказоустойчивость системы.

Обработка данных в системе ведётся отдельно для каждого бассейна. Бассейн представляет собой территорию, ограниченную водораздельной линией, пересекающей русло реки в определённом створе, который задан прогностической моделью. Среди подготовленных для системы бассейнов самым крупным является бассейн водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС, для которой замыкающим створом является плотина этой ГЭС. Бассейны часто разделены на части, однородные по условиям снеготаяния, иногда сходящиеся к про-

межуточным створам внутри бассейна. Для бассейна Саяно-Шушенской ГЭС выделено 4 района: бассейн р. Хемчик, Дархатская котловина, южная часть (левый берег р. Енисей) и северная часть (правый берег р. Енисей). В пределах районов также выделяются высотные зоны, по изолиниям высот. Для бассейна Саяно-Шушенской ГЭС выделено 9 высотных зон от 610 до 3354 м через ~305 м (1000 футов), что обусловлено использованием ЦМР из набора карт *Digital Charts of The World* американского производства. Для каждого бассейна используется коническая эквивалентная проекция (Альберса) с индивидуальными параметрами, обусловленными границами бассейна для минимизации геометрических искажений, с одной стороны, и упрощения подсчёта площадей, с другой стороны.

Для каждого бассейна рассчитывается ряд продуктов, включающих следующую информацию (без учёта промежуточных данных):

1. обзорное изображение витка;
2. классификация снега и облачности витка;
3. таблица площадей заснеженности витка;
4. таблица высоты кромки снегового покрова витка;
5. обзорное изображение суточного композита;
6. таблица площадей заснеженности за сутки;
7. таблица высоты кромки снегового покрова за сутки;
8. обзорное изображение 16-суточного композита;
9. таблица площадей заснеженности за 16 суток;
10. обзорное изображение 16-суточного композита разладки.

Продукты, как видно, имеют витковую, суточную и 16-суточную периодичность. Витковая периодичность обусловлена витковым характером исходной информации со спутника. За дневное время на одной станции принимают не более 5 витков, которые день ото дня меняют свое местоположение. Поэтому, как правило, не каждый день бассейн попадает целиком в пределы витка каждый день.

Для достижения полноты суточного покрытия бассейна используются данные нескольких витков, сводимые к одному суточному композиту. Однако и на суточном композите полнота покрытия бассейна редко бывает 100%-ной из-за облачности, наличие которой в пределах бассейна устранить нельзя. Для устранения облачности применяется композиция данных за 16 суток. По экспериментальным данным, полученным на описываемой системе, за одни сутки в среднем закрыто облачностью 54% территории, за двое суток – 25%, за неделю – 5%, за 16 суток – 2%. Также орбита КА *Terra* имеет период полного повторения траекторий, равный 16 суткам, что обеспечивает дополнительную стабильность данных.

Однако накопление данных за 16 суток создаёт наличие случайной задержки в конечном результате. Для минимизации этой задержки при композиции данных применяется алгоритм обнаружения разладки, – метод кумулятивных сумм [10]. Под обнаружением разладки понимают фиксирование момента существенного изменения параметров случайного процесса, коим в данном случае является алгоритм классификации снега в условиях наличия неустранимого шума в виде облачности и ошибок её выделения на снимке. Метод кумулятивных сумм заключается в выделении серии минимально допустимой длины из одинаковых результатов классификации снега, разделённых наличием облачности, но не противоположными результатами. Иными словами, если в последовательности результатов в отдельном пикселе наблюдался снег подряд 3 раза, возможно, вперемежку с облачностью, но не с «не снегом», то на момент первого из этих трёх наблюдений снега

фиксируется наличие снега. Данный метод гарантирует не более чем трёхдневную задержку при отсутствии облачности, но при этом существенно повышает надёжность классификации и устойчивость результатов.

Представление результатов конечным пользователям реализовано в виде «Информационного сайта мониторинга заснеженности», который разрабатывался совместно со службой и тесно с ней связан. Он обеспечивает представление всех видов информации для каждого бассейна на любой момент по специфической для данного вида шкале времени. Информационный сайт отображает все перечисленные выше конечные продукты, а также три дополнительных продукта:

1. График 16-суточной заснеженности за год.
2. График многолетней заснеженности.
3. Безоблачная витковая заснеженность.

На рис.1 показан общий вид информационного сайта на примере обзорного изображения витка. Слева на странице расположены элементы навигации по бассейнам (вверху), времени и видам данных (внизу). Правая часть занята изображениями или табличными данными. Навигация по времени осуществляется с помощью своеобразного календаря, отображающего наличие данных текущего вида в хранилище за каждый день. Также в календаре месяцы сгруппированы по сезонам, а дни месяца продолжают на следующий и предыдущий месяцы для возможности непрерывного перемещения по ним минимальным числом нажатий. Кроме того, информационный сайт отображает в графическом и в табличном виде некоторые виды информации, вычисляя их из уже имеющихся данных. Например, графики 16-суточной заснеженности за год и многолетних данных отрисовываются динамически.



Рис. 1. Страница представления обзорного изображения суточного композита (бассейн Саяно-Шушенского вдхр. на 25 марта 2010 г)

На рис. 2 приведён пример графика многолетней заснеженности бассейна Саяно-Шушенской ГЭС, отражающий общие закономерности динамики заснеженности бассейна. Из графика видно, например, что максимальная заснеженность бассейна составляет ~85%, а её вариация в марте – от 55-85%. Это обусловлено наличием лесистой местности, на которой снег скрыт кронами деревьев, на рис. 1 в правой части снимка леса выглядят тёмно-зелёными. Сезон снеготаяния в бассейне начинается во второй половине марта. Уровень

заснеженности 50% достигается в начале апреля – начале мая, с разбегом в 1 месяц, а уровень 10% – в первой декаде июня, с разбегом в 10 дней. К началу июля снежный покров в бассейне сходит практически полностью, независимо от характера прошедшей весны. Установление снежного покрова начинается во второй половине сентября, а заканчивается к началу ноября – началу декабря, с разбегом в 1 месяц. На «склонах» графиков, весной и осенью, хорошо заметны всплески заснеженности различной ширины, вызванные выпадением твёрдых осадков. Также заметны малые колебания заснеженности летом, вызванные ошибками классификации облачности и снежного покрова.

Для различных применений используются разные виды информации из системы. В качестве информации для коррекции параметров прогностической модели используются таблица площадей заснеженности с витка, за сутки или за 16 суток. В зависимости от детальности прогностической модели используются результаты или на весь бассейн, или для его частей, свободных от облаков.

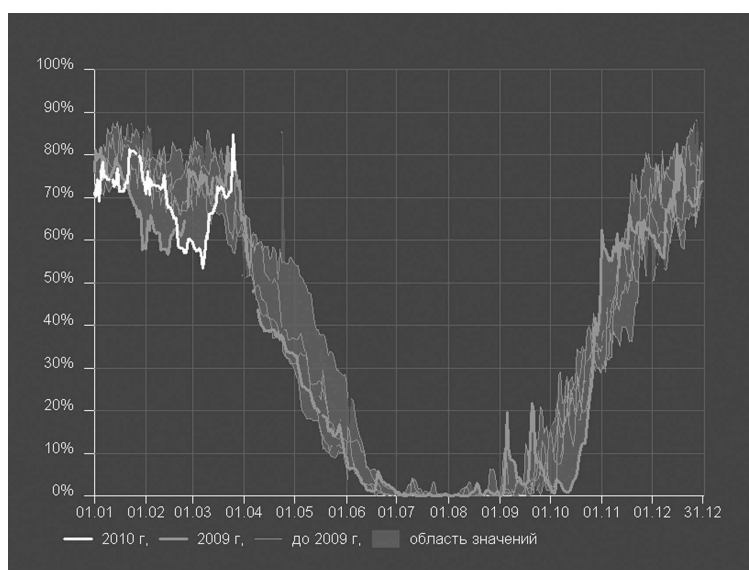


Рис. 2. График многолетней заснеженности бассейна Саяно-Шушенской ГЭС на 26 марта 2010 г.

3. О результатах долгосрочных прогнозов притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году

Прогноз рассчитывается по специально разработанной для пользователя программе, реализуемой на ПЭВМ. Начиная с третьей декады марта ежедневно, либо с перерывами по мере необходимости, в информационную базу персонального компьютера вводится ежедневная метеорологическая информация (по данным наблюдений) и прогностическая (на период заблаговременности прогноза от 1 до 7 суток). Уровни воды и суточный приток учитываются на дату выпуска прогноза и предшествующие сутки. Результатом прогноза является информация о ежедневном притоке воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС с заблаговременностью 1-7 суток. Одновременно выдаётся информация о снеговом покрытии бассейна, а также характеристика основных составляющих водного баланса по районам и высотным зонам. Если в течение некоторого периода ошибки прогноза носят систематический характер, предусмотрен режим коррекции, устраняющий подобные ошибки.

Технологическая линия прогноза включает:

- программное обеспечение, реализуемое на ПЭВМ;
- наземную оперативную информацию УГМС и прогнозы погоды;
- информацию о заснеженности по космическим снимкам.

На начало каждой декады выпускается прогноз притока воды, основывающийся на данных прогноза погоды Красноярского Гидрометцентра на шесть суток. Синоптическая ситуация в конце декады дополняется по наиболее вероятному развитию ситуации, на основе месячного прогноза погоды Иркутского ГМЦ, прогноза ГМЦ России, среднесрочных прогнозов погоды центра Фобос, немецкого центра Оффенбах.

На начало каждого месяца выпускается прогноз притока, основывающийся на данных краткосрочного прогноза погоды и ежедневных метеорологических данных лет-аналогов, принятых для данного периода на основе месячных прогнозов погоды Иркутского ГМЦ.

Таблица 1. Оправдываемость долгосрочных прогнозов притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС на II, III квартал в 2009 г.

Месяц	IV	V	VI	II квартал	VII	VIII	IX	III квартал
Фактический приток, м ³ /с	1000	2970	4170	2710	3470	2780	2440	2900
Год-аналог	2008	2005	2007	-	2008	1995	2007	-
Прогноз, м ³ /с	750 У 1200	3000	4420	3100 У 2860	2800 У 3180	2520	2170 У 2570	2300 У 2630
Ошибка прогноза	-	+	+	+	+	+	+	+
Допустимая ошибка	168	496	836	312	618	384	273	342

Примечания:

1. Даты выпуска прогноза: на второй квартал 25 марта, на третий квартал 25 июня.
2. Для апреля и июля годы-аналоги приняты по месячному метеорологическому прогнозу Иркутского ГМЦ.
3. Для мая, июня, августа и сентября годы-аналоги приняты по долгосрочному метеорологическому прогнозу.
4. У – уточнение прогноза.

В конце марта и июня 2009 г по рассмотренной технологии были выпущены долгосрочные прогнозы притока воды на второй и третий квартал. Использовались данные снегомерных съемок на 20 марта и показатель предзимнего увлажнения бассейна. Суточный ход температуры воздуха и осадков задавался по данным наблюдений лет-аналогов. В конце первой декады (для месячных прогнозов) и в конце первого месяца в квартале (для квартальных прогнозов) с учетом свежей информации, снова рассчитывали прогноз притока по модели. При небольших отклонениях двух величин выданная ранее величина не изменялась. При серьезных отклонениях принималась новая величина притока воды.

Качество результатов прогнозов притока воды в 2009 г. за период открытого русла (оценивается по соотношению фактической и допустимой ошибки прогноза [12]) представлено в табл.1.

Оправдываемость прогноза месячного притока воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС составила 83%, квартального – 100%.

Во втором квартале прогнозы, как правило, оправдываются лучше, чем в третьем квартале. Прогнозы в третьем квартале все меньше зависят от запаса воды в снеге и температуры воздуха, и все больше зависят от прогноза осадков.

В заключение подчеркнем, что недостаточная изученность гидрометеорологического режима на территории бассейна водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС ограничивает возможности значительного повышения точности прогноза притока воды.

Литература

1. Бураков Д.А. Математическая модель расчета весеннего половодья для равнинных заболоченных бассейнов// Метеорология и гидрология .- 1978. –№ 1. –С.49-59.
2. Бураков Д.А., Авдеева Ю.В. Технология оперативных прогнозов ежедневных расходов (уровней) воды на основе спутниковой информации о заснеженности (на примере р. Нижней Тунгуски)// Метеорология и гидрология .- 1996–№10. –С.75-87.
3. Бураков Д.А. К оценке параметров уравнений, аппроксимирующих кривую руслового добегания // Водные ресурсы.-1978. –№4. –С.21-24.
4. Singer, F.S. and R.W. Popham, 1963: Non-meteorological observations from weather satellites, *Astronautics and Aerospace Engineering*, 1(3), pp 89-92.
5. Matson, M., 1991: NOAA satellite snow cover data, *Palaeogeography and Palaeoecology*, 90, pp 213-218.
6. Ramsay, B., 1998: The interactive multisensor snow and ice mapping system, *Hydrological Processes*, 12:1537-1546.
7. Rango, A., 1993: Snow hydrology processes and remote sensing, *Hydrological Processes*, 7:121-138.
8. Hall, D.K., G. A. Riggs, V. V. Salomonson, 2001: Algorithm Theoretical Basis Document for the MODIS Snow and Sea Ice-Mapping Algorithms.
9. Бураков Д. А., Кашкин В. Б., Сухинин А. И., Ромасько В. Ю., Ратненко И. В. Методика определения заснеженности речного бассейна по спутниковым данным для оперативных прогнозов стока.— Метеорология и гидрология, 1996, № 8, с.100–109.
10. Красковский А. Е., Жиглявский А. А. Обнаружение разладки случайных процессов в задачах радиотехники. Л.: ЛГУ, 1988 г.
11. Бураков Д. А., Адамович А. А. Долгосрочные прогнозы притока воды в водохранилища Енисейских ГЭС с применением математической модели//Метеорология и гидрология.-2006.-№1.- С.95–105.
12. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3. Служба гидрометеорологических прогнозов. Часть 1.Прогнозы режима вод суши. Л.: Гидрометеоиздат,1989.

Snowed area counting by remotely sensed data as a block of spring high water mathematical model for prediction of water flow to water reservoir of Sajano-Shushenskaya hydroelectric power station

D.A. Burakov¹, I.N. Gordeev¹, V.J. Romasko²

¹*Mid-Siberian management on hydrometeorology and monitoring of an environment,
660049 Krasnoyarsk, 28 Surikov str.*

E-mail: bur@meteo.krasnoyarsk.ru

²*Krasnoyarsk department of FGBU NCUKS on space monitoring
660036 Krasnoyarsk, block #45 the Academgorodok - 50*

E-mail: victor@space.akadem.ru

There are not enough working operative technologies of hydrological forecasts using the information from an artificial satellite in Russia. One of the reasons is insufficient development in the territorial centers of the forecast of means and the software, allowing carrying out the operative automated processing of satellite data. These is the example of using of snowed area counting by remotely sensed data in operative practice of hydrological forecasts of water flow to water reservoir of Sajano-Shushenskaya hydroelectric power station.

Keywords: hydrological forecasts, hydrology-mathematical model, inflow of water, Sajano-Shushensk water reservoir, water basin, snow cover, space monitoring, composite, NDSI, MODIS.