

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

Л. М. Китаев, Т. Н. Вегенер, А. Б. Качалин

Институт географии РАН, 109017, Москва, Старомонетный пер., 29, Россия

Приведенные в статье результаты получены в ходе исследований взаимодействия ежегодных полей параметров снежного покрова, элементов климата и снежной составляющей весеннего половодья рек для последних десятилетий на территории России и прилегающих государств. В качестве полигонов взяты бассейны Енисея и Волги, а также север европейской части России, для которых и выявлены качественные и количественные закономерности пространственного и временного взаимодействия полей рассматриваемых параметров.

Сопряженность полей параметров, снежный покров, элементы климата, весеннее половодье рек

SNOW COVER AND SPRING FLOOD INTERACTION

L. M. Kitaev, T. N. Wegener, A. B. Kachalin

Institute of Geography RAS, 109017, Moscow, Staromonetny per., 29, Russia

The results reported in the article are obtained in the study of annual snow cover, climate elements and snow components of spring river flood for the last ten years on the territory of Russia. The Yenisei and Volga basins as well as the northern part of European Russia are considered key territories. The qualitative and quantitative regularities of spatial and temporal interactions of the fields of given parameters for these territories are revealed.

Intersection of statistical field parameters, snow cover, climate elements, river spring flood

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших и чувствительных элементов глобальных климатической и гидрологической систем является снежный покров. С одной стороны, он является продуктом хода климатических процессов, с другой, определяет характер весеннего половодья, выступая таким образом в роли связующего звена климатических и гидрологических процессов. Цель проводимых нами исследований заключается в выявлении особенностей взаимодействия ежегодных полей параметров климата и весеннего половодья рек и снежного покрова.

Исследования взаимодействия климатических и гидрологических (включая снежный покров) процессов для территории России имеют длительную историю. Среди первых исследователей следует назвать А. И. Воейкова, изучение полей гидрологических параметров впервые провел Г. В. Глушков, по данному направлению известны также классические работы М. А. Великанова, Д. Л. Соколовского, А. В. Огиевского, В. А. Урываева, Б. Д. Зайкова, К. П. Воскресенского, М. И. Львовича, И. Д. Копанева, Б. Г. Бабкина, в результате которых были получены карты распределения климатических и гидрологи-

ческих характеристик по нормам и годам характерной водности (по исходным данным до 1980 г.) и выявлены основные зависимости от определяющих факторов. Ряд российских и зарубежных организаций занимается отслеживанием и параметризацией климатических и гидрологических процессов в различных пространственно-временных масштабах. Отличительной особенностью наших исследований является анализ ежегодных полей рассматриваемых характеристик, привлечение к исследованию ежегодных данных последних десятилетий, использование ежегодных полей исследуемых характеристик как индикатора взаимодействия климата и характера весеннего половодья с упором на его снежную составляющую. Возможность оперативного комплексного анализа является следствием внедрения оригинальных методик, геоинформационных технологий.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В качестве информационной основы данных исследований использованы материалы режимных наблюдений метеостанций за состоянием снежного покрова, температурой и стоком весен-

него половодья. Формирование блока базы данных по снежному покрову произведено на основе данных наблюдений метеорологических станций гидрометеосети бывшего СССР. В банк включены 1348 станций, проводящих стационарные (по постоянным рейкам) и маршрутные еженедельные или ежепятнадцатые снегосьемки на открытых и лесных участках в период 1966—1990 гг. (рис. 1). Выбранные станции обладают наиболее репрезентативными рядами наблюдений, но их распределение по исследуемой территории неравномерно. Особенно густо покрыты сеть данных территории Восточной Европы, Казахстана, юга Сибири и Дальнего Востока, Забайкалья. Для севера Сибири и Дальнего Востока характерна разреженная сеть данных. Климатические характеристики — температура воздуха и осадки, сведены в отдельный информационный блок. Данные за тот же временной период представляют собой среднемесячные характеристики по 147 метеостанциям, равномерно распределенным по территории бывшего СССР (см. рис. 1) [Анасова, Груза, 1982]. Для анализа полей снежной составляющей весеннего половодья рек были выбраны 210 гидрологических створов, замыкающих водосборы площадью не более 20 000 км². В качестве репрезентативных были приняты незарегулированные озерами и водохранилищами реки, и таким образом, из анализа выпали Карелия, часть территории Кольского п-ова и пространства, прилегающие к Финскому заливу (см. рис. 1). Кроме того, не рассматривались реки крупных горных систем (Кавказ, Алтай) как водотоки с неустойчивым режимом. Выделение снежной составляющей весеннего половодья проводилось по методу Б. И. Куделина [Куделин, 1968]. Этот информационный блок находится в процессе формирования и должен включать данные за тот же период наблюдений — с 1966 по 1990 гг. Кроме того, в качестве дополнительных характеристик формируются блоки, включающие в себя данные о залесенности и бонитетах лесов и высотные отметки.

Формирование информационной основы исследований еще не закончено, но уже сейчас выявлены некоторые закономерности взаимодействия полей снежного покрова, климатических и гидрологических параметров.

СВЯЗЬ РЕЧНОГО СТОКА ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА И ХАРАКТЕРА СНЕГОЗАПАСОВ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В настоящее время информационная база данного блока исследований находится в стадии формирования. Однако имеющиеся в распоряжении авторов данные позволили провести предварительную оценку взаимосвязи полей снежно-

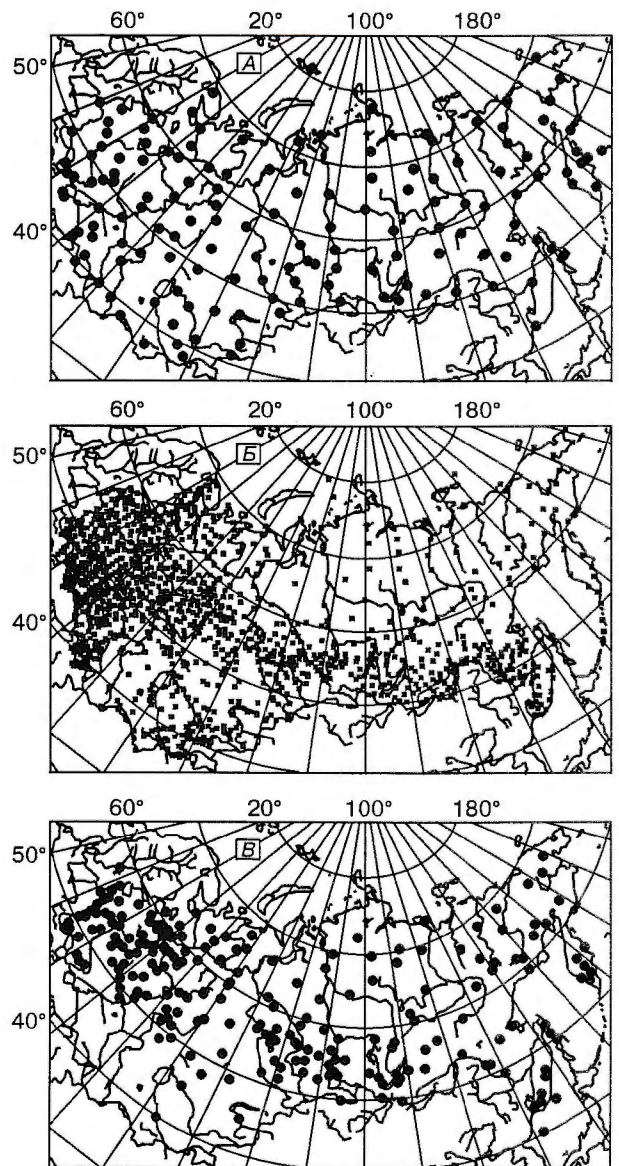


Рис. 1. Местонахождение метеостанций, данные которых использованы в исследованиях:

А — снегозапасов, Б — осадков и температуры воздуха, В — весеннего половодья рек.

го покрова и весеннего половодья рек. Для 25-летнего периода выявлены аномалии снежного покрова, формирование которых связано с орографией, атмосферной циркуляцией, прохождением случайных атмосферных фронтов [Кренке и др., 1997]. Данные для 1986, 1987 и 1988 гг. (широтный, меридиональный и смешанный типы атмосферной циркуляции [Дзержевский и др., 1946]; и вместе с тем малоснежный, многоснежный и средний по снегозапасам годы) показыва-

ют, что весенний сток рек имеет достаточно устойчивую межгодовую пространственную макроструктуру: явную широтную изменчивость на Восточно-Европейской равнине с увеличением значений к северу и меридиональную в Сибири и на Дальнем Востоке.

В качестве ключевых территорий были рассмотрены бассейны двух крупных рек — Волги и Енисея для трех лет с характерной обеспеченностью величины снеготаяния — средней, большой и малой. Пространственное распределение снежной составляющей весеннего половодья здесь хорошо коррелирует с полем температур зимне-весеннего периода (ноябрь—май), коэффициенты корреляции 0,6—0,8: в теплых регионах выпадает больше снега. Связь пространственного распределения снеготаяния и снежной составляющей водного баланса в целом теснее в пределах бассейна Волги по сравнению с Енисеем — коэффициенты корреляции соответственно 0,41—0,75 и 0,13—0,48. Такая разница может быть объяснена значительной по сравнению с Волгой залесенностью водосборной площади Енисея, что способствует интенсивному переводу снегового склонового стока в подземную составляющую. Для Волжского бассейна характерно вовлечение большого количества земель в сельскохозяйственный оборот (особенно на лесостепных и степных территориях), склоновый сток которых выше, чем в лесах. Следовательно и связь снеготаяния с величиной весеннего половодья здесь относительно высока.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

В целях более полного охвата климатически разнородных пространств была исследована также территория Европейского Севера России. Для расчетов были привлечены данные по бассейнам рек Ладожского озера, водосборам Северной Двины, Мезени, Печоры как наиболее освоенных с точки зрения исходной информации. Реки Карелии и Кольского п-ова не рассматривались ввиду их зарегулированности озерами и отсутствием явно выраженной снежной составляющей весеннего половодья.

В качестве основных параметров приняты максимальные за зиму снеготаяния, снеготаяния на последнюю декаду зимне-весенних месяцев и соответствующие среднемесячные температуры воздуха, слой снеговой части стока весеннего половодья, залесенность. Анализ многоснежных, малоснежных и средних по снеготаянию лет показал, что для района отмечается стабильное во времени увеличение как снеготаяния, так и

стока рек с юго-запада на северо-восток. Пространственное распределение снеготаяния каждого месяца с устойчивым снежным покровом практически не зависит от распределения максимальных за зиму снеготаяния — коэффициент корреляции не превышает 0,22. Таким образом большее значение для стока, по-видимому, имеет количество снега накануне снеготаяния.

Вполне логично увеличение коэффициентов корреляции между величиной половодья и среднемесячной температурой к весне — соответственно от -0,2 до +0,2 осенью и зимой, до 0,45 в мае. Зимние же оттепели, по-видимому, не имеют здесь существенного значения.

Интересна ситуация с запасами снежного покрова. Для зим со средним количеством снега характерна большая по сравнению с многоснежными и малоснежными связь снеготаяния и стока (коэффициенты корреляции, соответственно, 0,40—0,45 и 0,23—0,46). Различия могут быть связаны с динамикой промерзания почвы, связанной во многом со снежным покровом. Часто большая мощность снега определяет малое промерзание, интенсивную инфильтрацию весной и перевод части весеннего поверхностного склонового стока в подземную составляющую при снижении величины речного стока. При малой мощности снежного покрова промерзание почвы значительно, коэффициент весеннего склонового стока значителен, но речной сток не увеличивается ввиду небольших запасов снеговых вод. В результате распределение снежного покрова и речного стока мало связаны и в рассмотренные многоснежный и малоснежный годы имеют даже обратную связь. В годы же средней снежности может наступать определенный „баланс“ — средние снеготаяния и среднее промерзание почвы, что определяет максимум снежного стока и, следовательно, заметную связь снеготаяния со стоком рек. В дальнейшем предполагается уточнить полученный вывод посредством привлечения данных по характеру промерзания почвы.

Далее для Европейского севера было рассмотрено пространственное распределение нормы максимумов снежного покрова, средней температуры и суммы осадков за период с устойчивым снежным покровом (ноябрь—май). Для всех норм также характерно генеральное увеличение значений с запада на восток (рис. 2) при большей пространственной неоднородности снежного покрова по сравнению со снеговой частью весеннего половодья (стандартное отклонение соответственно 35,1 и 29,5).

Изменчивость нормы температуры зимнего периода определяется в данном районе влиянием Балтийского моря с мягкой зимой, теплого течения Гольфстрим Баренцева моря на западе и воздействием арктических масс воздуха в непосредственной близости к Полярному Уралу. Уве-

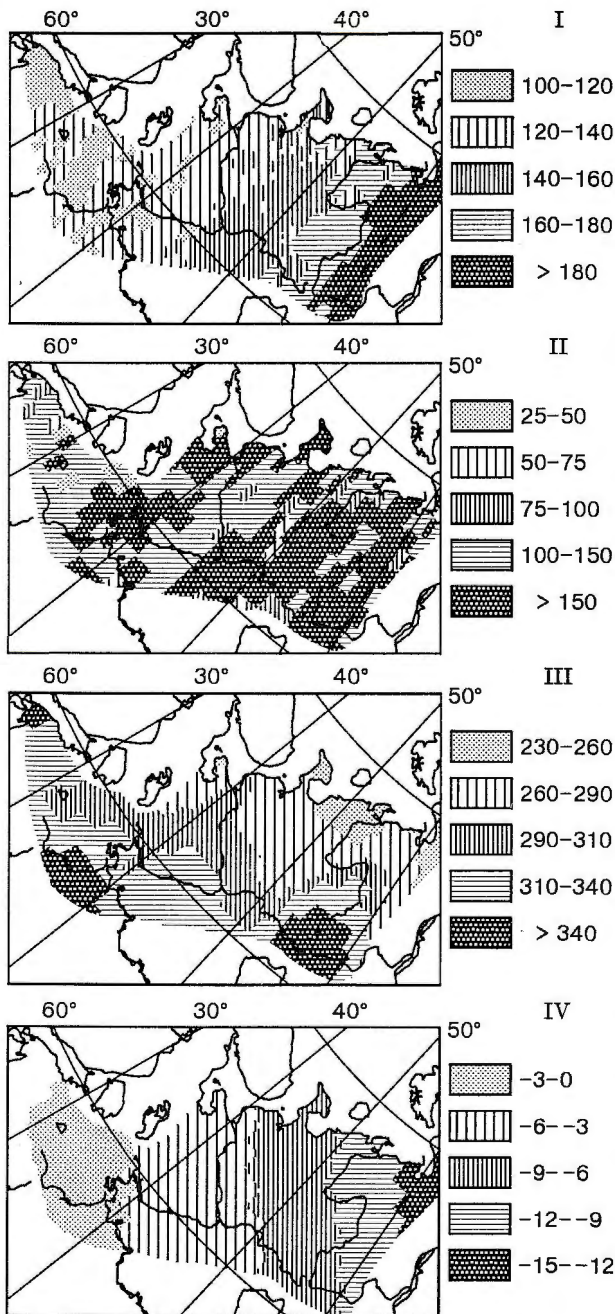


Рис. 2. Распределение на севере европейской части России многолетних норм весеннего половодья (I), мм; максимальных снегозапасов (II), мм; суммы осадков (III), мм; средней температуры воздуха за зимний период (IV), °C.

личение нормы суммарных зимних осадков к северо-востоку связано, по-видимому, с западным переносом и их задержкой и осаднением в области западных склонов Урала. Формирование снежного покрова, как результат взаимодействия

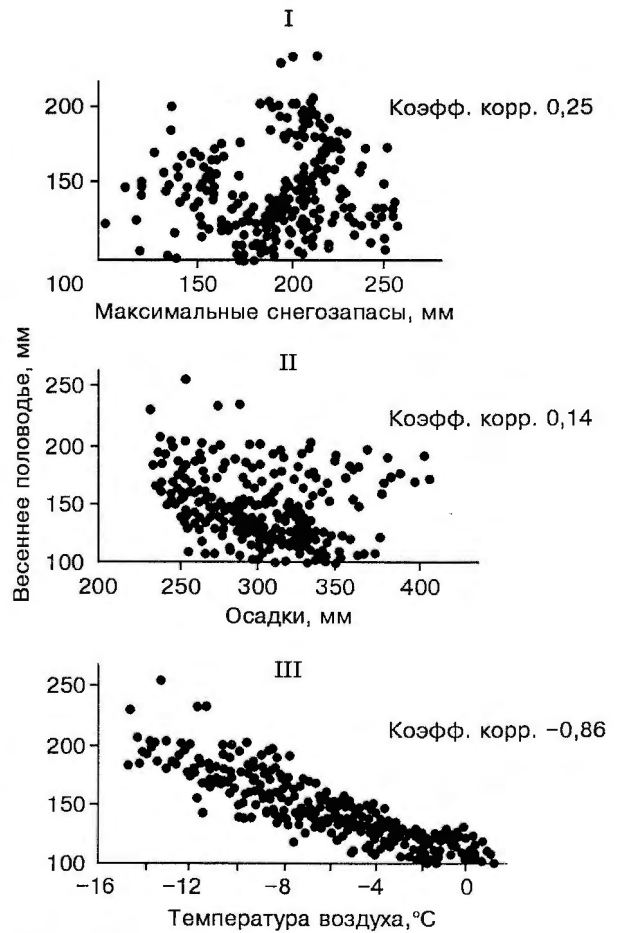


Рис. 3. Связь многолетней нормы величины весеннего половодья с многолетними нормами снегозапасов (I), осадков (II) и температурой (III) воздуха зимнего периода.

распределения полей температур и осадков, полностью их повторяет (см. рис. 2). Количество запасов воды в снегу возрастает со 100—150 мм в районе Ладожского озера и превышает 150 мм в бассейне р. Печора. Пространственное распределение многолетней нормы снежной составляющей весеннего половодья рек, в свою очередь, соответствует распределению снежного покрова, увеличиваясь от 100—140 мм на западе в бассейне Балтийского моря, до 160—180 и более в предгорьях Полярного Урала.

В данном случае статистический анализ не показал достаточно тесных связей для поля нормы снежной составляющей весеннего половодья и полей максимумов снежного покрова и суммарных осадков холодного периода — коэффициенты корреляции 0,25 и 0,14 соответственно (рис. 3). Зато коэффициент корреляции между нормой весеннего половодья и многолетней нор-

мой средней за холодный период температуры воздуха весьма высок — $-0,86$. Обратная связь объясняется лучшим накоплением снеготопливных запасов при стабильных отрицательных температурах, без оттепелей в течение зимних месяцев.

ВЫВОДЫ

Как для крупных речных бассейнов (Волга и Енисей), так и для севера европейской части России наиболее устойчивые связи между весенней составляющей половодья рек и параметрами климата и снежного покрова отмечаются в годы со средними снеготопливными запасами. Это может объясняться оптимальным для формирования весеннего стока соответствием между режимом снеготопливного накопления и промерзанием почвы. Кроме того, на тесноту связей между параметрами для бассейнов рек Волги и Енисея влияет и растительность. Для севера европейской части России, как более однородной территории, характерны заметная субмеридиональная изменчивость полей климатических параметров, соответствие им поля снежного покрова, и, следовательно, поля снежной составляющей весеннего половодья рек. В этом случае снежный покров выполняет роль

промежуточного, связующего звена между ходом климатических и гидрологических процессов.

Для уточнения полученных выводов необходима детализация исследований, что предполагает дальнейшее развитие информационной базы и прежде всего привлечение данных по динамике промерзания почвы и характеру растительности.

Настоящая публикация подготовлена при поддержке РФФИ (грант № 96-05-64519). Авторы выражают благодарность профессору А. Н. Кренке за консультации в ходе исследований.

Литература

- Апасова Е. Г., Груза Г. В. Данные о структуре и изменчивости климата. Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 1982, 212 с.
- Дзержевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных процессов в Северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Л., Гидрометеиздат, 1946, 234 с.
- Кренке А. Н., Китаев Л. М., Турков Д. В. и др. Изменения снежного покрова и их климатическая роль // Криосфера Земли, 1997, № 1, с. 39—46.
- Куделин Б. И. Принципы региональной оценки водных ресурсов. М., Наука, 1968, 251 с.

*Поступила в редакцию
2 ноября 1998 г.*