

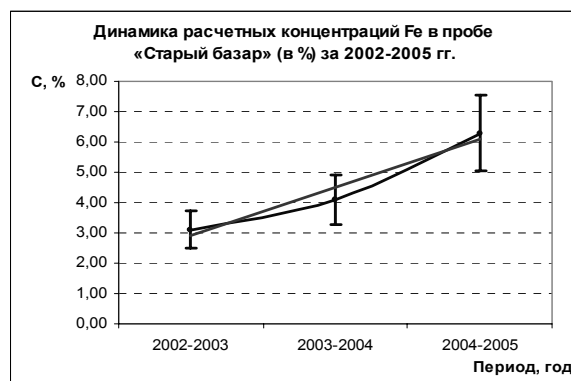


Рисунок 7

ЛИТЕРАТУРА

1. Суторихин И.А. Качество атмосферного воздуха населенных пунктов Алтайского края // Сб. матер. Межрегион. Эколог. форум в рамках IX медико-экологической выставки «Человек-Экология-Здоровье». – Барнаул, 2004. – С. 124.
2. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – М.: Гранд, 1998. – 315 с.
3. Кошинский С.Д., Кухарская В.Л. Климат Барнаула - Л: Гидрометеиздат. 1984. – 142 с.
4. <http://www.gismeteo.ru>
5. <http://www.weatheronline.co.uk>
6. Бояркина А.П., Байковский В.В., Васильев Н.В. и др. Аэрозоли в природных планшетах Сибири. – Томск.: Изд-во ТГУ, 1993. – 157 с.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТОГУЛЁНОК (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)

Е.С. Попов, М.В. Кобзева

В работе на основе данных трехлетних полевых наблюдений приводятся основные характеристики снежного покрова в низкогорном речном бассейне, репрезентативном по условиям снегонакопления для западного макросклона Салаирского кряжа.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка снегозапасов для горных территорий является достаточно сложной задачей.

В первую очередь это вызвано малой обеспеченностью горных районов метеорологическими данными, к тому же гидрометеорологические станции и посты располагаются, как правило, по долинам рек и в межгорных котловинах, что затрудняет их использование при оценке снегозапасов на склоновых и водораздельных участках горных хребтов.

Кроме того, труднодоступность горных районов не позволяет развернуть достаточно плотную сеть опорных снегомерных маршрутов, которая максимально подробно отражала бы пространственно-временные характеристики снежного покрова на исследуемой территории.

В этих условиях при оценке снегозапасов для территорий неохваченных непосредственными наблюдениями необходимо выявление закономерностей распределения снежного покрова в зависимости от особенностей местоположения, рельефа, растительности и т.д. И далее на основе выявленных зависимостей построение карт снегозапасов. Кроме того, при наличии возможностей

целесообразно применение космического мониторинга для получения пространственно-временных характеристик снежного покрова. Однако и в том и в другом случаях наличие непосредственных полевых наблюдений за снежным покровом позволяет в значительной степени повысить достоверность получаемых результатов.

В пределах западного макросклона Салаирского кряжа, имеющего абсолютные высоты от 200 до 590 м, располагается в общей сложности 8 пунктов гидрометеорологических наблюдений (Казанцево, Залесово, Тогул, Тягун, Уксунай, Сунгай, Ельцовка, и Томское), однако все они располагаются в интервале абсолютных высот от 200 до 380 м, поэтому материалы наблюдений этих станций не дают детальной картины снегонакопления в пределах всего западного макросклона Салаирского кряжа. Между тем сведения о снегозапасах на данной территории имеют важнейшее значение при составлении прогнозов весеннего половодья для Алтайского края.

МЕТОДИКА

Для проведения детальных снегомерных наблюдений нами был выбран бассейн реки

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2006

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТОГУЛЁНОК (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)

Тогулёнок, на наш взгляд являющейся репрезентативным по условиям формирования снежного покрова для всего западного (наветренного) макросклона Салаирского кряжа.

Река Тогулёнок – приток Чумыша четвертого порядка с площадью бассейна 30,5 км². Рельеф бассейна эрозионный среднерасчлененный. Диапазон абсолютных высот изменяется от 306 до 579 м над уровнем моря. Амплитуда высот в пределах бассейна составляет 272 м. Преобладающие углы наклона поверхности – 3°-20°. Растительный покров представлен осиново-пихтовыми высокоствольными закустаренными (черневыми) лесами и березово-осиновыми травяными лесами с примесью сосны и пихты.

Снегомерные работы в бассейне Тогулёнка были начаты зимой 2003/04 [3] года и продолжены зимой 2004/05 [4] и 2005/06 годов. Основной задачей полевых наблюдений было выявление особенностей снегонакопления в бассейне в зависимости от абсолютной высоты местности, крутизны и экспозиции склонов, а также от типа растительности.

В процессе исследований применялся метод ландшафтно-маршрутных снегосъемок. В пределах бассейна были заложены 30 снегопунктов размерами 60х60 и 100х100 м, располагающиеся в диапазоне высот от 340 до 570 м (рис.1). На снегопунктах производилось от 10 до 100 промеров толщины и от 3 до 10 измерений плотности снежного покрова с последующим определением запаса воды в снеге.

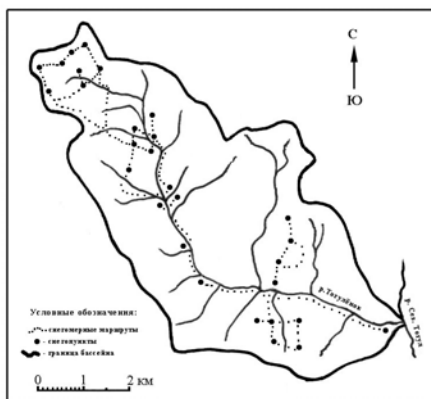


Рисунок 1 – Карта расположения снегомерных маршрутов и снегопунктов в бассейне р. Тогулёнок

Для описания снежного покрова на снегопунктах использовались следующие характеристики: средние значения толщины (H_{cp}), плотности снежного покрова (ρ_{cp}) и средние значения снегозапаса (W_{cp}), амплитуда толщины снежного покрова (A), среднее квадра-

тическое отклонение (σ), коэффициент вариации (C_v), абсолютные (μ) и относительные ошибки (δ) средних значений толщины, плотности снежного покрова и снегозапаса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные характеристики снежного покрова на исследуемой территории приведены в таблицах 1-3. Из результатов полевых наблюдений видно, что наиболее снежными в бассейне являются водораздельные участки. В частности наибольшие значения толщины снежного покрова и снегозапаса приходятся на безлесные седловинные участки пологоувалистых водораздельных поверхностей в истоках Тогулёнка. Повышенной снежностью характеризуются также пригребневые участки подветренных склонов восточной и северо-восточной экспозиции, в особенности, если склон имеет вогнутый профиль и значительный угол уклона (25-30°) в пригребневой части. На этих участках толщина снежного покрова может достигать 160-210 см, а снегозапас – 400-500 мм.

Наименьшие значения толщины снежного покрова и снегозапаса на территории бассейна приходятся на днище долины Тогулёнка, в особенности на участки с елово-березовым лесом. При этом толщина снежного покрова постепенно увеличивается от русловой части днища долины к подножиям склонов. Кроме того, в малоснежные годы наиболее низкими значениями толщины снежного покрова и снегозапаса в бассейне характеризуются безлесные закустаренные склоны на месте выгоревших либо вырубленных лесов, что связано с интенсивными процессами сдувания снега и его испарением на открытых пространствах.

Средние значения толщины снежного покрова и снегозапаса в хвойном лесу обычно меньше чем в лиственном на 10-15 см и 25-30 мм соответственно. К тому же березово-осиново-пихтовые леса отличаются большей пространственной неоднородностью залегания снежного покрова. Коэффициент вариации толщины снежного покрова достигает здесь 8,5%, тогда как в лиственном лесу его значения составляют 3-4%. Это связано, в первую очередь, с влиянием хвойных пород деревьев на распределение снежного покрова. Крона пихты задерживает часть твердых атмосферных осадков, создавая тем самым особую зону влияния дерева на распространение снега. Размер этой зоны для исследуемого участка в среднем составляет 1,5-3,5 м и зависит от состояния самого дерева (гус-

тоты кроны, высоты дерева, толщины ствола). Толщина снежного покрова под кроной пихты в среднем на 15-25 см меньше чем, в остальной части леса.

Плотность снежного покрова в период максимальных снегозапасов на территории исследуемого бассейна колеблется от 0,23 до 0,27 г/см³. Снежная толща развивается по типу уплотнения, о чем свидетельствует увеличение плотности снега в направлении от верхних горизонтов (в среднем 0,2 г/см³) к нижним (в среднем 0,38 г/см³).

Средние значения снегозапасов по территории бассейна изменяются в пределах от 230 до 350 мм. При этом наибольшая пространственная изменчивость данного показателя отмечается на склонах с обширными закустаренными безлесными участками, где коэффициент вариации составляет 14,8%. На основе данных за три года наблюдений нами была получена зависимость снегозапасов от толщины снежного покрова, что дает возможность впредь при проведении снегомерных работ на рассматриваемой территории сократить большое количество измерений плотности снега, делая только контрольные замеры (рис. 2).

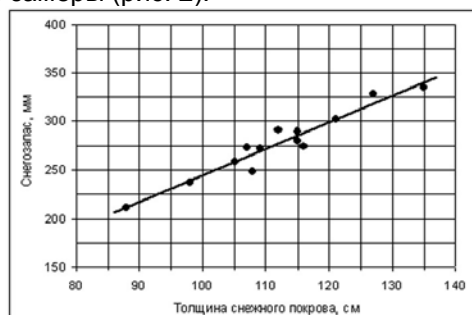


Рисунок 2 – Зависимость снегозапасов от толщины снежного покрова на период максимальных снегозапасов при $\rho=0.23-0.26$ г/см³ для бассейна Тогулёнка

Анализ результатов наблюдений показал, что экспозиционные различия в снегонакоплении на территории бассейна в пределах одной растительной формации практически не проявляются. Так же, при наличии на склоне одной растительной формации, не наблюдается изменения толщины, плотности снежного покрова и снегозапаса с увеличением абсолютной высоты местности, за исключением описанных выше пригребневых участков подветренных склонов.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что растительность оказывает определяющее влияние на пространственно-временные характеристики снежного покрова

в бассейне р.Тогуленок и вполне может выступать в качестве индикатора при картографировании снежного покрова. Поэтому, при составлении карт максимальных снегозапасов, для данной территории, является оправданным применение фитоиндикационного метода.

В качестве основы при картографировании снежного покрова нами был использован космический снимок Landsat 7 ETM+ (съемка – 09.07.1999 г) в результате дешифрирования которого были выделены следующие контура: лесные массивы с преобладанием хвойных пород деревьев, лесные массивы с преобладанием мелколиственных пород деревьев, безлесные участки и долинные комплексы с березовым редколесьем и зарослями ивы (рис.3).

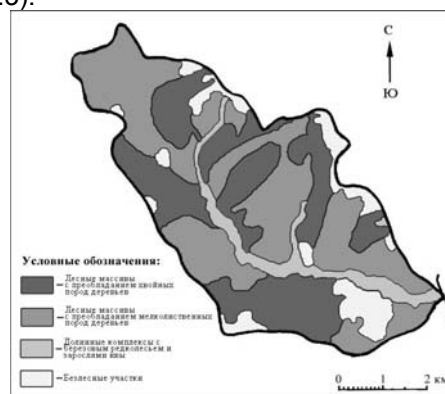


Рисунок 3 – Карта растительности бассейна р.Тогулёнок, составленная на основании дешифрирования космического снимка Landsat 7 ETM+

Выделенным контурам на основе данных снегомерных работ были присвоены средние за три года наблюдений значения снегозапаса. В итоге была составлена карта максимальных снегозапасов в бассейне р.Тогулёнок в масштабе 1:100000 (рис. 4).

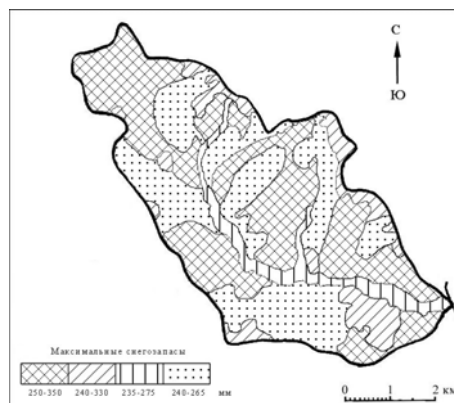


Рисунок 4 – Карта максимальных снегозапасов в бассейне р. Тогулёнок (по материалам полевых наблюдений в 2003-2006 гг.)

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТОГУЛЁНОК (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)

Таблица 1

Параметры снежного покрова в бассейне р. Тогулёнок

геосистема	Н, см			$\rho_{\text{ср}}, \text{г/см}^3$			W _{ср} , мм		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Водораздельные поверхности									
Пологонаклонный безлесный седловинный участок водораздельной поверхности	147	115	120	0,25	0,26	0,26	369	299	315
Пологонаклонная водораздельная поверхность с осиновым лесом без подлеска	131	105	101	0,26	0,27	0,26	341	270	263
Пологонаклонная водораздельная поверхность с пихтово-березово-осиновым лесом с подлеском	140	111	112	0,25	0,25	0,25	350	276	280
Склоновые поверхности									
Склоновые поверхности с березово-осиново-пихтовым лесом	125	103	96	0,24	0,24	0,25	261	247	240
Склоновые поверхности с пихтово-березово-осиновым лесом	136	105	105	0,24	0,26	0,25	331	273	262
Склоновые поверхности с березово-осиновым лесом	140	105	103	0,23	0,26	0,24	312	262	252
Склоновые поверхности с осиново-березовым лесом	139	102	104	0,23	0,26	0,25	315	265	256
Склоновые поверхности с обширными безлесными участками	142	90	96	0,23	0,27	0,26	326	243	249
Долинные комплексы									
Плоское днище долины с березовым редколесьем	109	107	104	0,24	0,26	0,25	274	278	270
Плоское днище долины с густыми зарослями ивы	105	104	105	0,23	0,25	0,24	260	260	258
Плоское днище долины с густым елово-березовым лесом с подлеском	100	96	99	0,23	0,25	0,24	235	240	237

Примечание. 1– 2003/04, 2– 2004/05, 3 – 2005/06

Для использования полученных данных при проведении гидрологических расчетов необходимо знать величины погрешностей возникающих при определении различных параметров снежного покрова. Для этого нами при помощи известных формул математической статистики и теории ошибок [2] были рассчитаны абсолютные и относительные ошибки определения средних значений толщины и снегозапаса на снегопунктах. Выявленные в результате расчетов величины ошибок приведены в таблице 3.

Анализ величин ошибок показал, что их значения тем выше, чем большая изменчивость того или иного параметра снежного покрова наблюдается на снегопункте (рис. 5).

Так наибольшие ошибки при определении средних значений толщины снежного покрова возникали на снегопунктах, заложенных на склонах с березово-осиново-пихтовым

лесом и на склонах с обширными безлесными участками, где были отмечены самые высокие коэффициенты вариации толщины снежного покрова – 1,9% и 2% соответственно.

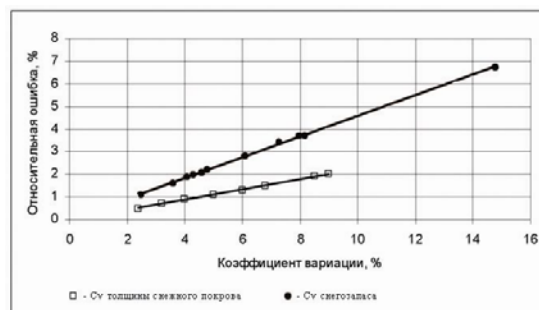


Рисунок 5 – Зависимость величины относительной ошибки при определении средних значений толщины снежного покрова и снегозапаса от степени их пространственной изменчивости на снегопункте

В ходе исследования снежного покрова в бассейне р.Тогулёнок нами была предпринята попытка установить достаточно ли представительны рекомендуемые в «Руководстве по проведению снегомерных работ в горах» [1] выборки для оценки параметров распределения снежного покрова в типичном для западного (наветренного) макросклона Салаира низкоротном речном бассейне. С этой целью на некоторых снегопунктах расчеты абсолютных и относительных ошибок определения средних значений толщины снежного покрова производились нами при 10, 20, 50 и 100 промерах.

Проведенные расчеты показали, что при уменьшении количества промерных точек на снегопункте до 10-ти величина ошибки возрастает на 33-67% относительно погрешности, возникающей при 20 промерных точках. При увеличении числа промерных точек с 20-ти до 50-ти, уменьшение величины ошибки происходит на 44-68% от значения погрешности при 20-ти промерах. При дальнейшем увеличении числа промерных точек до 100, т.е. еще в два раза, уменьшение величины ошибки произошло на 55-73% от значения

погрешности при 20-ти промерах. То есть дальнейшее увеличение объема снегомерных работ в два раза привело к уменьшению погрешности лишь на 5-13 % от значения ошибок при 50-ти промерах (рис. 6).

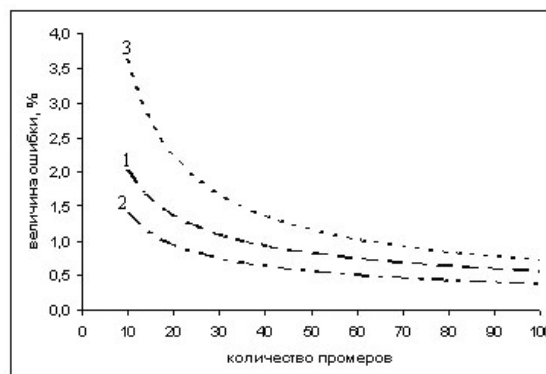


Рисунок 6 – Изменение величины ошибки при определении средних значений толщины снежного покрова на снегопункте в зависимости от количества промеров (1 - пихтово-березово-осиновый лес, 2 - осиновый лес, 3 - днище долины с густыми зарослями ивы)

Таблица 2
Средние значения и пространственная изменчивость толщины снежного покрова и снегозапаса в бассейне р. Тогулёнок

геосистема	Н, см			W, мм		
	Н _{ср}	σ, см	Cv, %	W _{ср}	σ, мм	Cv, %
Водораздельные поверхности						
Пологонаклонный безлесный седловинный участок водораздельной поверхности	127	5,3	5	328	14	4,8
Пологонаклонная водораздельная поверхность с осиновым лесом без подлеска	112	2,6	2,4	291	10,2	3,6
Пологонаклонная водораздельная поверхность с пихтово-березово-осиновым лесом с подлеском	121	6,9	6	302	12,4	4,3
Склоновые поверхности						
Склоновые поверхности с березово-осиново-пихтовым лесом	108	9,1	8,5	249	21,9	8,2
Склоновые поверхности с пихтово-березово-осиновым лесом	115	7,9	6	289	20,5	7,3
Склоновые поверхности с березово-осиновым лесом	116	4,3	4	275	15,8	6,1
Склоновые поверхности с осиново-березовым лесом	115	3,3	3,2	279	11,3	4,6
Склоновые поверхности с обширными безлесными участками	109	8,1	9	273	33,4	14,8
Долинные комплексы						
Плоское днище долины с березовым редколесьем	107	4,3	4	274	10,8	4,1
Плоское днище долины с густыми зарослями ивы	105	5,4	5	259	6,3	2,5
Плоское днище долины с густым елово-березовым лесом с подлеском	98	7	6,8	237	18,9	8

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТОГУЛЁНОК (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)

Таблица 3

Величины ошибок при определении средних значений толщины снежного покрова и снегозапаса на снегопунктах в бассейне р. Тогулёнок

геосистема	Н		W	
	μ, см	δ, %	μ, мм	δ, %
Водораздельные поверхности				
Пологонаклонный безлесный седловинный участок водораздельной поверхности	1,2	1,1	6,4	2,2
Пологонаклонная водораздельная поверхность с осиновым лесом без подлеска	0,6	0,5	4,6	1,6
Пологонаклонная водораздельная поверхность с пихтово-березово-осиновым лесом с подлеском	1,5	1,3	5,6	2
Склоновые поверхности				
Склоновые поверхности с березово-осиново-пихтовым лесом	2	1,9	10	3,7
Склоновые поверхности с пихтово-березово-осиновым лесом	1,8	1,3	9,3	3,4
Склоновые поверхности с березово-осиновым лесом	1	0,9	7,1	2,8
Склоновые поверхности с осиново-березовым лесом	0,7	0,7	5,1	2,1
Склоновые поверхности с обширными безлесными участками	1,8	2	15,2	6,7
Долинные комплексы				
Плоское днище долины с березовым редколесьем	1	0,9	4,9	1,9
Плоское днище долины с густыми зарослями ивы	1,2	1,1	2,9	1,1
Плоское днище долины с густым елово-березовым лесом с подлеском	1,6	1,5	8,6	3,7

Таким образом, при необходимости увеличения точности измерений на данной территории рекомендуется увеличивать количество промерных точек на снегопунктах до 50-ти. Дальнейшее же увеличение количества промерных точек нецелесообразно в виду малого влияния на уменьшение погрешности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по снегомерным работам в горах. Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 148 с.

2. Червяков В.А. Количественные методы в географии: Учеб. пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 1998. – 258 с.

3. Попов Е.С. Исследование снежного покрова в бассейне реки Тогуленок зимой 2003/04 года (Салаирский кряж): Материалы конференции «Вопросы горного страноведения Алтай-Саяны». – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2005. – С.138-144.

Попов Е.С. Исследование снежного покрова в бассейне реки Тогуленок зимой 2004/05 года (Салаирский кряж)// Вестник молодых ученых: Сборник научных работ. Горно-Алтайск, РИО ГАГУ, 2005. – С.27-32.

КРУПНОМАСШТАБНЫЙ ФОНОВЫЙ ПЕРЕНОС МИНЕРАЛЬНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В ТРОПОСФЕРЕ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

Д.Н. Трошкин

В статье рассмотрены актуальные проблемы переноса атмосферного аэрозоля. На основании измерений, проведенных в тропосфере и вблизи земной поверхности, а также метеорологических данных рассчитаны концентрации и потоки аэрозоля в тропосфере.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования атмосферных аэрозолей привлекают внимание ученых всего мира в связи с их важной ролью в погодных и климатических процессах, влиянием на биогеохимический цикл материи. Одной из важнейших составляющих атмосферы считается минеральный аэрозоль. Его массовая фракция является наибольшей из всех типов атмосферных аэрозолей. Источниками минераль-

мический цикл материи. Одной из важнейших составляющих атмосферы считается минеральный аэрозоль. Его массовая фракция является наибольшей из всех типов атмосферных аэрозолей. Источниками минераль-