

## Динамика характеристик снежного покрова в Санкт-Петербурге и его окрестностях за 60-летний период наблюдений (1950-2011 гг.)

Батуев В.И

ФГБУ Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург

[batuevggi@mail.ru](mailto:batuevggi@mail.ru)

---

**Ключевые слова:** снежный покров, влагозапасы в снеге, высота снега, снегомерная съемка, снегонакопление, прогноз влагозапасов в снеге.

---

В последнее время приходится сталкиваться с довольно противоречивыми оценками «снежности» зимы 2009-10 и 2010-11 годов для г. Санкт-Петербурга и его окрестностей. Обзор средств массовой информации и интернета, мнения различных общественных организаций, отдельных представителей общественности, высказывания чиновников и представителей жилищно-коммунального хозяйства на этот счет носят противоречивый, и в ряде случаев, откровенно спекулятивный характер. Вполне очевидно, что такой большой разброс мнений и представлений в этом вопросе объясняется разными источниками информации и данными измерений и расчетов, не приведенными к единой методике. Попробуем прояснить некоторые аспекты затронутой темы, опираясь на материалы Государственного гидрологического института (ГГИ) полученные по методикам и стандартам, принятым для сети Гидрометслужбы [7]. Задачей данной работы является не научно-методический анализ, а справочно-информационное представление о режиме некоторых характеристик снежного покрова на материалах наблюдений Зеленогорской полевой экспериментальной базы (ЗПЭБ).

Зеленогорская болотная станция (ныне ЗПЭБ) была организована на болотном массиве Ламмин-Суо, расположенном в 2,5 км к юго-востоку от пос. Ильичово (Выборгский район, Ленинградская область) в составе Главной экспериментальной базы (ГЭБ) ГГИ и вступила в эксплуатацию 1 февраля 1950 года [9].

Основными задачами станции являются: проведение полевых гидрометеорологических исследований гидрологических и гидрофизических процессов, протекающих на естественных и осушенных болотах, разработка и апробация новых методов наблюдений за элементами гидрометеорологического режима болот и сопряженных территорий, включая гидрографическую сеть, проведение испытаний новых и усовершенствованных средств измерений специфических характеристик болотных массивов. Комплексные гидрометеорологические наблюдения на массиве Ламмин-Суо являются самыми продолжительными, среди всех подобных наблюдений на болотах не только в нашей стране, но и за рубежом.

Наблюдения за снежным покровом ведутся с зимы 1949-50 гг. по настоящее время (62 зимних периода) и включают в себя: ежедневные наблюдения по постоянным рейкам на метеорологических площадках, ежедекадные наблюдения на постоянных снегомерных участках и проведения ежегодной расширенной снегомерной съемки в

период максимального снегонакопления [6]. Кроме того, ведутся наблюдения за снеготаянием и влагоотдачей на специально закрепленных стоковых площадках. При организации комплексных гидрометеорологических наблюдений, в том числе за снежным покровом, на болоте используется ландшафтно-гидрологический подход, включающий все характерные участки болотного массива (восемь микроландшафтов) и прилегающие к нему суходолы (лесные и склоновые площадки) в пределах его водосборной площади.

Какова же хронология событий за весь период наблюдений? На Рисунке 1 показан ход максимальных влагозапасов в снежном покрове за рассматриваемый 62-летний период и тренды развития вероятности (рассматриваемые в конце статьи) события до 2021 года. Как видно по ходу хронологического графика, можно выделить три периода: основной 28-летний период, 10-летний полупериод и короткий 4-летний период наибольших максимальных влагозапасов в снежном покрове. Максимальные влагозапасы двух последних зим не достигают наблюдаемого максимума за рассматриваемый 62-летний период не только по абсолютной величине, но и относительно линейного тренда. Что же касается многолетнего хода высоты снежного покрова, то данная характеристика не в полной мере отражает как характер распространения снега по территории [1,5], так и его изменчивость во времени и здесь мы его не приводим. Примером хода этой характеристики в точке может служить многолетний (1966-2004 гг.) ряд максимальной высоты снежного покрова в Санкт-Петербурге (ИЦП), приведенный в монографии [3].

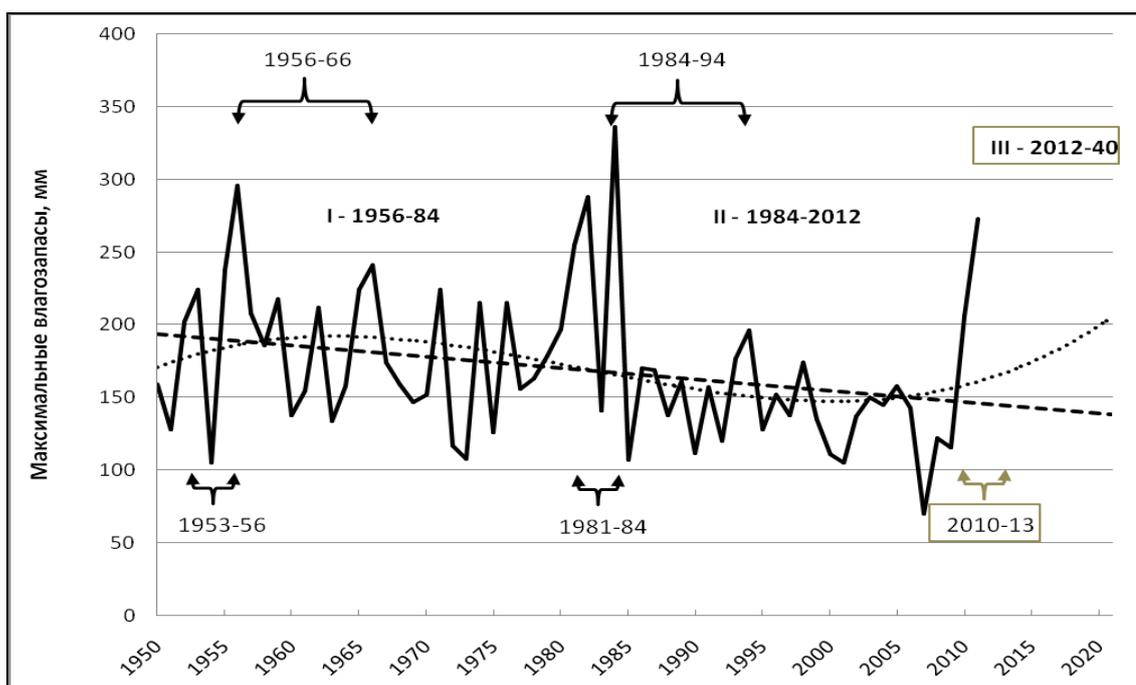


Рисунок 1 – График хода максимальных влагозапасов в снежном покрове (сфагново-кустарничково-пушицевый облесенный сосной микроландшафт, болотный массив Ламмин-Суо).

Для рассмотрения хронологических графиков изменения характеристик снежного покрова в течение зимнего сезона берем тот же сфагново-кустарничково-пушицевый облесенный сосной микроландшафт, расположенный близко к куполу болотного массива

(в районе болотной метеоплощадки и скважины № 104). Высота снежного покрова приведена по данным ежедекадных снегомерных съемок на указанном микроландшафте.

На Рисунке 2 представлен ход нарастания высоты снежного покрова в наиболее многоснежную зиму 1983-84 гг. (в скобках указана максимальная высота снега), малоснежную зиму 2006-07 гг. и средний за период наблюдений. На этом же рисунке для сравнения нанесен ход нарастания высоты снежного покрова за две последние зимы: 2009-10 и 2010-11 гг.

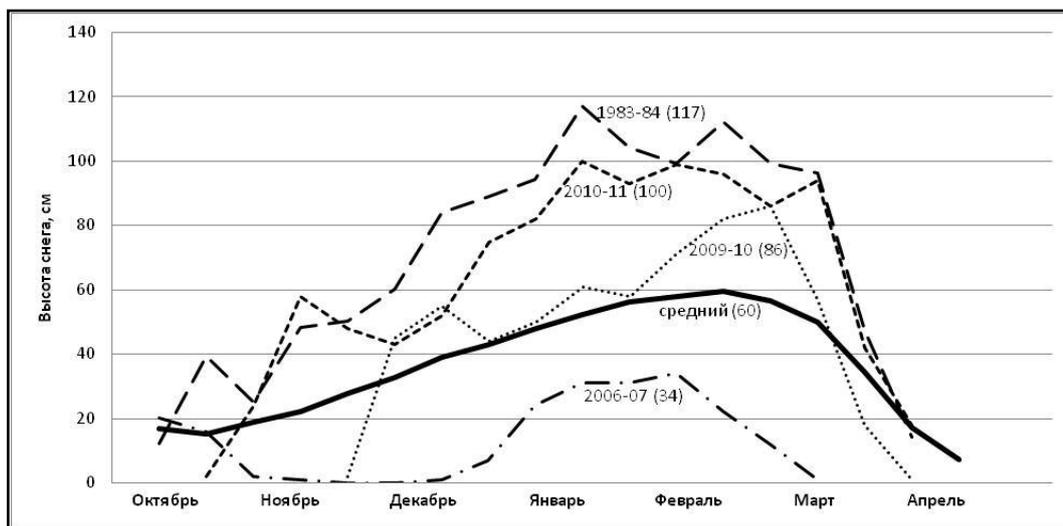


Рисунок 2 - Нарастание высоты снежного покрова (сфагново-кустарничково-пушицевый облесенный сосной микроландшафт, болотный массив Ламмин-Суо).

Вероятность превышения максимальной высоты снежного покрова для первой зимы составляет 15%, причем она вызвана осадками редкой обеспеченности второй половины февраля и не характеризует весь снежный период. Зима отличается относительно непродолжительным периодом наличия снежного покрова. Начало и окончание периода соответственно на 35 и 40% выше нормы, середина зимы по высоте снежного покрова близка к норме. Вторая зима характеризуется относительно равномерным нарастанием высоты снежного покрова за исключением первой декады ноября, когда она практически в 3 раза превысила норму. Вероятность превышения максимальной высоты снежного покрова составляет 6% и, учитывая ее ход в течение зимы, характеризует обеспеченность всего периода.

Значения характеристик снежного покрова (максимальной высоты и максимальных влагозапасов) для различной вероятности превышения приведены по кривым обеспеченности (Таблица 1) за период 1950-2011 гг.

Таблица 1 Параметры расчетных кривых обеспеченности высоты снежного покрова и влагозапасов в снеге по данным максимальных снегосъемок на болотном массиве Ламмин-Суо за период 1950-2011 гг.

Характеристика	$C_v$	$C_s/C_v$	Вероятность превышения, %					
			1	3	5	10	20	50
Высота снега, см	0,23	7,00	125	109	102	91	82	65
Влагозапасы, мм	0,31	5,00	343	295	272	241	208	158

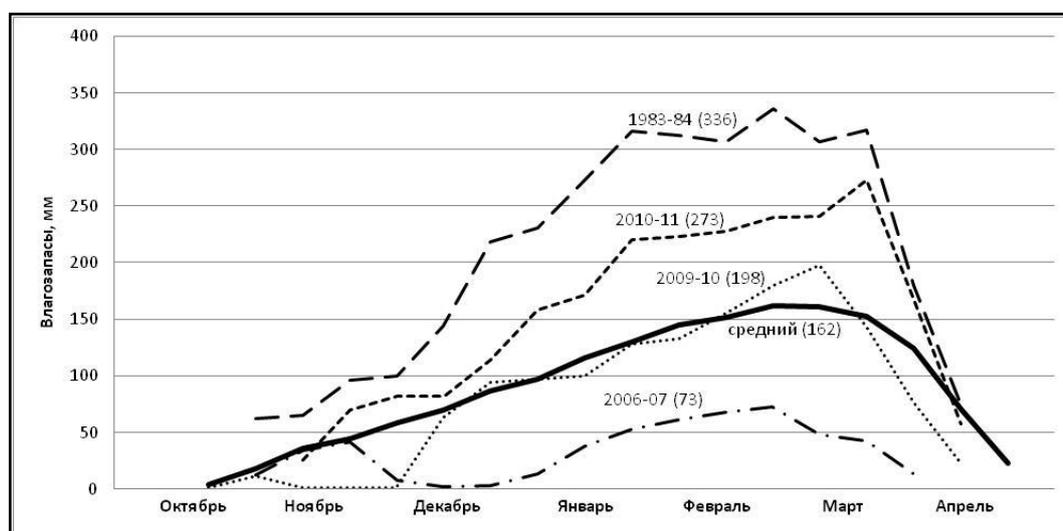


Рисунок 3 - Нарастание влагозапасов в снежном покрове (сфагново-кустарничково-пушицевый облесенный сосной микроландшафт, болотный массив Ламмин-Суо).

Аналогичные графики нарастания влагозапасов в снежном покрове в мм слоя воды за характерные зимние периоды, приведены на Рисунке 3. Зима 2009-10 гг. в целом была близка к норме, хотя вероятность превышения периода максимальных влагозапасов (первая декада марта) составила 25%. Вероятность превышения максимальных влагозапасов зимы 2010-11 гг. составила 5%, что соответствует повторяемости один раз в 20 лет. Для сравнения, наиболее высокие влагозапасы для рассматриваемого болотного микроландшафта зимы 1983-84 гг., равные 336 мм слоя, соответствуют повторяемости приблизительно один раз в 100 лет. На территории Санкт-Петербурга и его окрестностей значения коэффициента вариации для запасов воды в снежном покрове колеблются от 0,28 до 0,31 [3], что соответствует и нашим данным – 0,31 (Таблица 1).

Попробуем оценить снегозапасы на улицах Санкт-Петербурга за последние две зимы. Для этого используем Таблицу 2, в которой приведены данные максимальных снегосъемок по ЗПЭБ ГГИ, северу города (парк «Сосновка») и югу (район аэропорта «Пулково») за 2010 и 2011 гг.

Если в целом по водосборному бассейну болота Ламмин-Суо мы можем оценить средневзвешенные максимальные влагозапасы в снежном покрове (строка 12) с учетом площади различных микроландшафтов, то по территории Санкт-Петербурга мы таких данных наблюдений не имеем. Однако у нас имеются данные максимальных снегосъемок,

выполненных в рамках договорных работ в парке «Сосновка» и окрестностях аэропорта «Пулково». Снегосъемки на полях (в центральных частях) проводились без учета ветрового переноса снега в осушительную сеть (заполнение канав) и не могут быть приняты для оценки влагозапасов в целом на открытых территориях (строка 14). По имеющемуся опыту, наиболее репрезентативными данными к показаниям осадкомера можно считать снегомерные измерения, проведенные в лиственном лесу с примесью хвойных деревьев, либо хвойных лесов IV, V классов бонитета.

Таблица 2 Высота снега ( $h_{cp}$ ) и плотность снежного покрова ( $\rho_{cp}$ ) в период максимальных влагозапасов (S).

№ п/п	Микроландшафт (пункт наблюдений)	26 марта 2010 г.			31 марта 2011 г.		
		$h_{cp}$ , см	$\rho_{cp}$ , г/см <sup>3</sup>	S, мм	$h_{cp}$ , см	$\rho_{cp}$ , г/см <sup>3</sup>	S, мм
<b>ЗПЭБ ГГИ</b>							
1	Сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной	86	0,24	206	94	0,29	273
2	Грядово-мочажинный комплекс	85	0,27	230	90	0,26	234
3	Сфагново-кустарничково-пушицево-сосновый	89	0,24	214	93	0,29	270
4	Сфагново-кустарничково-сосновый	83	0,28	232	90	0,28	252
5	Сфагново-пушицево-кустарничковый, облесенный сосной с сухостоем	91	0,22	200	97	0,32	303
6	Сфагново-пушицево-кустарничковый, облесенный сосной	84	0,27	227	92	0,33	304
7	Сфагново-кустарничково-сосновый со сфагново-пушицевыми понижениями	86	0,27	232	88	0,30	264
8	Сфагново-осоково-пушицевый	84	0,28	235	86	0,33	284
9	<b>По болоту</b>	<b>87</b>	<b>0,25</b>	<b>218</b>	<b>92</b>	<b>0,30</b>	<b>276</b>
10	Суходольные склоны	73	0,26	190	84	0,29	244
11	Стоковая площадка	67	0,26	174	70	0,33	231
12	<b>По бассейну</b>	<b>81</b>	<b>0,26</b>	<b>211</b>	<b>88</b>	<b>0,30</b>	<b>264</b>
<b>Парк «Сосновка»</b>							
13	Березовый лес с примесью сосны	72	0,27	194	76	0,30	228
<b>Аэропорт «Пулково»</b>							
14	Сельскохозяйственное поле	48	0,26	125	53	0,27	143
15	Смешанный лиственный лес с примесью сосны	71	0,26	185	79	0,28	221

По данным строк 13 и 15 Таблицы 2, можно приблизительно оценить величину максимальных влагозапасов для территории Санкт-Петербурга, которая равна 190 и 225 мм соответственно для 2010 и 2011 годов. Средние многолетние максимальные запасы воды в снеге для Санкт-Петербурга (по параметрам кривой обеспеченности для Ламмин-Суо) составят порядка 130-140 мм. Климатическая же норма, указанная в работах [2,3], составляет 73 мм, а для полевых участков пригорода 103-109 мм. Разница, как видно, весьма значительна. На каких данных базируется эта норма и как она получена нам, к сожалению, установить не удалось. Во всяком случае, в справочнике [8], данных по снегомерным съемкам на территории Ленинграда не приводится. По сведениям, приведенным в монографии [2], можно предположить, что такие наблюдения велись в парке Лесотехнической академии до 1964 г. Известно, что как отдельный вид наблюдений, снегомерные съемки в нашей стране начались 1935-36 гг.

Средняя же высота снежного покрова на конец марта, без учета антропогенной нагрузки, могла соответственно составлять не более 73 и 80 см. В период максимальной высоты снежного покрова в 2011 году (январь-февраль) на территории Санкт-Петербурга она не превышала 87-90 см (Рисунок 2). К сожалению, данные о высоте снежного покрова по результатам снегомерных съемок на ЗПЭБ и наблюдений по постоянным снегомерным рейкам на территории Санкт-Петербурга [2,3,8] трудно поддаются сравнению из-за их неоднородности.

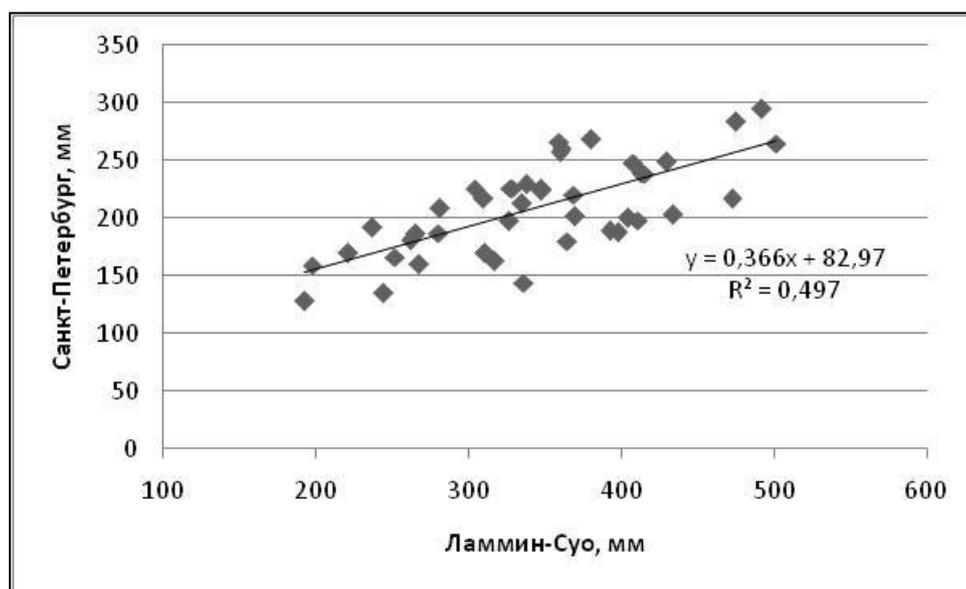


Рисунок 4 – График связи суммы зимних (ноябрь-март) атмосферных осадков за период 1966-2009 гг. по показаниям осадкомерных пунктов Санкт-Петербург и болотный массив Ламмин-Суо.

Попробуем сравнить информацию, полученную посредством проведения снегомерных съемок с данными наблюдений за атмосферными осадками. На Рисунке 4 представлен график связи суммы зимних осадков на территории Санкт-Петербурга (код метеостанции 26063) и ЗПЭБ. По графику видно, что в Санкт-Петербурге регистрируется меньшее количество осадков: от 22% в малоснежные зимы, до 46% в многоснежные.

Однако снегомерные измерения (Таблица 2) показывают, что в относительно многоснежные зимы 2009-10 гг. и 2010-11 гг., на территории города зафиксировано влагозапасов в снежном покрове меньше всего лишь на 9,9% и 14,7% соответственно, чем на Ламмин-Суо. Это говорит о том, что только в снежном покрове, даже исключая потери, связанные с антропогенной нагрузкой мегаполиса, находилось значительно большее количество осадков, чем зафиксировано на осадкомерном пункте. Количество измеренных осадков в городе может быть соизмеримо с данными снегомерной съемки на сельскохозяйственном поле в районе аэропорта «Пулково» (строка 14, Таблица 2), которые в последние две зимы как раз и отличались на 40,8% и 45,8% соответственно от данных наблюдений на ЗПЭБ. Такое несоответствие показаний осадкомера и результатов снегомерных съемок на территории города вызывает необходимость изучения и анализа рассматриваемого вопроса.

Теперь о некоторой оценке прогноза «снежности» для Санкт-Петербурга и его окрестностей на ближайшие 10 лет. Третий по счету, относительно многоводный четырехлетний период приходится на 2010-13 годы (Рисунок 1), причем по аналогии с предыдущими двумя с большой долей вероятности следует ожидать три года – многоводные, и один из них, скорее всего 2012 год – маловодный. Двухлетний относительный максимум третьего десятилетнего полупериода ожидается в 2024-26 годах. Основной же период изменчивости характеристики максимальных влагозапасов составляет 28 лет. Если строго придерживаться 28-летнего цикла, то следующий период датируется 2012-40 гг., и соответственно, четвертый относительно многоводный (по влагозапасам в снежном покрове) четырехлетний период следует ожидать в районе 2040 года.

Величина максимальных влагозапасов в снежном покрове на ЗПЭБ за период наблюдений в 62 года уменьшилась на 47 мм и, при сохранении в ближайшее время линейного тренда (на рисунке обозначенного пунктирной линией), до 2021 года уменьшится еще на 7 мм. Амплитуда колебания характеристики (5%-95%) внутри первого 28-летнего периода составила (+50) – (-58) мм относительно линейного тренда и (+25) – (-55) мм внутри второго периода. При сохранении имеющейся тенденции, амплитуда ожидания величины внутри третьего периода составит (+20) – (-50) мм. Следует иметь в виду, что линейный тренд конца периода наблюдений несколько завышен из-за двух последних относительно многоснежных зим. Будущие два года для прогноза влагозапасов предстоящего основного цикла представляются крайне неблагоприятными для установления приемлемого доверительного интервала. Здесь следует либо смоделировать ход процесса на 4-5 шагов вперед, либо давать прогноз относительно амплитуды изменения влагозапасов на весь 28-летний цикл (2012-40) в 2014-15 гг.

Подбор нелинейных функций (на рисунке 1 обозначена точечной кривой) для прогноза влагозапасов в снеге на болоте, опираясь только на имеющийся период наблюдений, дает неудовлетворительные результаты. Прогнозная часть кривой уходит в зону больших влагозапасов в силу тех же причин, что и линейный тренд. По видимому, к середине третьего периода (2026 год) она не должна превышать значения в 190 мм, соответствующего первому периоду, а с учетом линейного тренда – 150-155 мм.

Известно, что линейный тренд потепления за вторую половину XX века почти в два раза превысил вековой тренд [10]. Следствием этого явилось уменьшение доли

снегопадов в общем количестве осадков в средних и высоких широтах северного полушария и тенденцией на уменьшение площади снежного покрова. Однако прогнозные оценки, как правило, завышают характеристики снежного покрова, в том числе и из-за относительно малой базы натурных измерений, в отличие от температуры воздуха и атмосферных осадков. По-видимому, следует применять комбинированные модели прогнозирования сценариев для характеристик снежного покрова с использованием альтернативных эмпирических связей климатических характеристик, и в частности, с разделением атмосферных осадков на твердые и жидкие [4]. Несомненно, что такие прогнозные оценки будут иметь большое значение для предвидения и решения экономических проблем мегаполиса и его окрестностей, связанных с влиянием изменения характеристик снежного покрова на сельское хозяйство, транспорт и строительство.

Резюмируя вышеизложенное хочется сказать, что с одной стороны для планирования бюджетов г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области в части снегоуборочных и противообледенительных работ, хотя бы на ближайшую перспективу, необходим относительно достоверный прогноз. Если финансовые средства в части перераспределения из резервных фондов отличаются известной мобильностью, то количество и состав средств механизации и снегоуборочной техники требуют заблаговременного планирования. Нет необходимости содержать избыточную технику и обслуживающий персонал, но и к относительно многоснежным периодам следует быть готовыми.

С другой стороны, в настоящее время может быть не достаточно надежно оценено поле обеспеченных зимних осадков для территории мегаполиса и его окрестностей только по показаниям осадкомерных пунктов наблюдений. Необходимо проведение снегомерных съемок для наиболее информативных площадок в течение 2-3х зимних периодов и увязать полученные данные с показаниями пунктов наблюдений за атмосферными осадками. Во-первых, это поможет скорректировать объемы снегоуборочных работ (количества вывозимого снега) для различных районов города опираясь на материалы исследований. **Хотя, учитывая затратную ориентацию бюджетов и отсутствие потребности в экономии финансовых средств, оперировать недостаточно достоверными цифрами по снегозапасам может быть и вполне допустимо – если бы снег с территории города был убран, чего мы не наблюдали за последние две зимы.** Во-вторых, такая информация поможет спрогнозировать относительно многоснежные периоды и повысит степень готовности соответствующих служб, что, в конечном счете, способствует улучшению морально-этического состояния населения культурной столицы по поводу последствий пережитых двух последних «блокадных» зим. **Это уже не эфемерные обезличенные бюджетные деньги, а многие часы дополнительного времени и моральных издержек, затраченных на передвижение по городу конкретного человека, ремонт крыш и потолков, движение автотранспорта, увечья и больничные листы.**

## Библиография

[1] Голубев В.С. О систематической ошибке корректировки атмосферных осадков. – Л. Тр. ГГИ. 1973. Вып. 207. С. 3-11.

- [2] Климат Ленинграда. (Под редакцией Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкиса, Л.С. Евтеевой) – Л. Гидрометеиздат. 1982. 252 с.
- [3] Климат Санкт-Петербурга и его изменения. (Под редакцией В.П. Мелешко, А.В. Мещерской, Е.И. Хлебниковой). – СПб. ГУ «ГГО». 2010. 256 с.
- [4] Кренке А.Н., Чернавская М.М., Черенкова Е.А. Метод прогноза максимальных снегозапасов на территории России при глобальном потеплении климата в середине XXI века (с учетом доли твердых осадков). - Криосфера Земли. 2009. т. XIII. № 2. С. 67–72.
- [5] Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова. – Л. Гидрометеиздат. 1957. 179 с.
- [6] Материалы наблюдений болотных станций. Вып. 1. Ежегодник.
- [7] Наставление гидрологическим станциям и постам. Вып. 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. - Л. Гидрометеиздат. 1990. 360 с.
- [8] Научно-прикладной справочник по климату СССР (1988). Серия 3. Вып. 3. - Л. Гидрометеиздат. 691 с.
- [9] Новиков С.М. Зеленогорская полевая экспериментальная база Государственного гидрологического института (к 60-летию со дня основания). - Метеорология и гидрология. 2010. № 6.
- [10] IPCC: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S. Solomon, D. Qin, M. Manning et al. (eds). Cambridge, N.Y., Cambridge Univ. Press, 2007, 996 p.

#### Комментарии автора:

1. Представляется некорректным упоминание в средствах массовой информации об «аномальности» снегозапасов двух последних зимних периодов, которые даже за приведенный в статье ряд многолетних наблюдений превышались три раза (рис.1), а в целом для 20 века таковые еще ближе к норме. Скорее всего, наоборот, можно говорить об «аномальности» по минимуму снегозапасов зимы 2006-07 гг.
2. Упоминание в прессе высоты снежного покрова в Санкт-Петербурге мощностью 2,7 м выглядит резонно только в связке с денежными затратами за февраль в сумме 2,5 млрд. руб. на уборку снега. Она завышена минимум в 2 раза (см. рис.2)
3. В редакционной правке публикуемой статьи из последнего абзаца удалена беллетристика, не имеющая отношения к рассматриваемому вопросу.
4. Наблюдения за снежным покровом в Санкт-Петербурге выполняются только на метеостанции. Вместе с тем, для более точного определения количества снега, выпавшего на территорию города необходимо выполнять маршрутные снегосьемки на репрезентативных участках. Методика таких съемок регламентирована специальными наставлениями Росгидромета. Если существует потребность в объективной информации о количестве выпавшего снега, то такие съемки может выполнить ФГБУ «Государственный гидрологический институт», либо Северо-Западный УГМС.