

## ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ИЗЛИШКИ – 1

Описанный в статье случай основывается на единичном факте. Но, с другой стороны, очень может быть и так, что он вовсе не уникален: как-никак, Россия все же северная страна...

### Как обнаруживали себя излишки?

Проверка актов инвентаризации нефтепродуктов по N-ской нефтебазе за период с 1 февраля 2002г. по 1 июня 2003г. выявила довольно необычный феномен. В частности, число случаев оприходования сверхнормативных излишков нефтепродуктов, причем в больших объемах, весьма значительно, тогда как случаев выявления сверхнормативных недостатков за весь охваченный период ни разу не было. Кроме того, случаи излишков в пределах нормы, причем, как правило, со смещением к верхней границе нормы, наблюдаются значительно чаще, чем случаи недостатков в пределах нормы.

Поясним сказанное на примере отдельных резервуаров:

- в резервуаре № 1 (зимнее дизельное топливо) за все 18 инвентаризаций не было ни одного случая недостатка – ни в пределах нормы, ни за ее пределами. Имели место только излишки – 6 случаев сверх нормы, 1 случай нормального излишка в пределах нормы (1 ноября 2002г.) и 11 случаев излишка, совпадающего с нормой или балансирующего на грани нормы (рис.1)<sup>1</sup>. Средний хронический излишек за 18 инвентаризаций составлял 3151 кг, или в среднем 1,02% к базе для нормы погрешности измерений, которая при этом была постоянно равна 0,5%. Таким образом, неизменно возникала ситуация, которая из месяца в месяц требовала оприходовать сверхнормативный излишек в среднем 1638 кг [ $3151 \text{ кг} \times (1,02 - 0,5)$ ], а это вряд ли можно признать нормальным явлением;
- в резервуаре № 2 (зимнее дизельное топливо) ситуация аналогичная: 3 случая сверхнормативного излишка, 1 случай нормального излишка в пределах нормы (тоже 1 ноября 2002г.) и 14 случаев излишка, совпадающего с нормой или балансирующего на грани нормы (рис.3). Средний излишек равен 1151 кг, или в среднем 0,68% против 0,5% средней нормы погрешности. Иными словами, требовалось постоянно ежемесячно принимать к учету сверхнормативные излишки в среднем по 207 кг;
- в резервуаре № 3 (летнее дизельное топливо) имел место один случай нормальной недостатка в пределах нормы (1 июля 2002г.), три случая сверхнормативного излишка, три случая нормального излишка в пределах нормы и 11 случаев излишка на грани нормы (рис.5). Средний излишек – 543 кг, или в среднем 0,56% против 0,8% средней нормы погрешности, то есть излишки, тоже балансирующие на грани нормы;
- в резервуаре № 4 (летнее дизельное топливо) имели место 3 случая совпадения книжного и фактического остатков, 1 случай сверхнормативного излишка (1 августа 2002г.), 6 случаев нормального излишка в пределах нормы и 7 случаев излишка на грани нормы (рис.7). Средний излишек составлял немного – 107 кг (но это объясняется тем, что резервуар практически все время пустовал), или 0,67% против средней нормы погрешности 0,8%;
- в резервуаре № 5 (бензин АИ-80) имел место 1 случай недостатка на грани нормы (1 декабря 2002г.), 2 случая нормальной недостатка в пределах нормы, 2 случая практического совпадения книжного и фактического остатков, 1 случай сверхнормативного излишка и 12 (!) случаев излишка, балансирующего на грани с нормой (рис.9). Средний излишек достаточно велик – 772 кг, или в среднем 0,28% против 0,5% средней нормы погрешности;
- в резервуаре № 9 (бензин АИ-80) имел место 1 случай недостатка на грани нормы, 13 случаев совпадения фактического остатка с книжным (в те периоды, когда резервуар был пуст), 1 случай сверхнормативного излишка и 3 случая излишка на грани нормы (рис.11).

<sup>1</sup> Рисунки приведены в конце статьи.

Иначе говоря, все те моменты, когда резервуар был заполнен, уровень нефтепродукта показывал практически предельно допустимые отклонения фактического остатка от книжного. Средний излишек 113 кг, или в среднем 0,20% против средней нормы погрешности 0,8%;

- резервуар № 11 (бензин АИ-92) – единственный из всех, где наблюдается некая гармония излишков и недостат. Есть только 1 случай сверхнормативного излишка (середина мая 2003г.), обусловленный, вероятно, необычайно быстрым потеплением и соответственно резким расширением нефтепродукта в резервуаре (рис.13).

Однако во всех рассмотренных случаях есть некая странная закономерность. Дело в том, что излишки появляются не в летний период, как этого, казалось бы, следовало ожидать из законов термодинамики, а в зимний. И особенно показательным в этом отношении поведение именно резервуара № 11 с бензином АИ-92 (рис.11). Приведенный на графике тренд отклонений фактического остатка от книжного остатка имеет глобальный минимум, то есть недостаток, причем на грани нормы погрешности измерений, летом и осенью – вопреки представлениям от физических свойствах нефтепродуктов как о веществах, склонных расширяться в теплое время года. И наоборот, тренд имеет глобальный максимум, то есть излишки, причем опять же на грани нормы погрешности, январе-мае, когда еще сравнительно холодно – и тоже вопреки разумным ожиданиям, исходящим из того факта, что при низких температурах нефтепродукты склонны сжиматься в объеме.

Очевидно, что систематически наблюдаемый тотальный излишек, а также его несколько необычная, не коррелирующая с термодинамикой, сезонность, требуют объяснения, поскольку если где-то прибывает, то где-то должно обязательно убывать. И если этого убывания мы не видим сразу же, то это еще ни о чем не говорит. Убыль может появиться вдруг, и ее масштабы будут тем больше, чем больше было перед этим оприходовано сверхнормативных излишков.

### **Гипотеза первая (частная, только для резервуара № 11)**

Есть служебная записка бригады товарных операторов нефтебазы с двумя расчетами, как изменяется объем нефтепродукта в резервуаре № 11 по калибровке: один расчет связан с отпуском в автоцистерну, второй – с приемом из железнодорожной цистерны. Данные расчеты показывают, что при отпуске нефтепродукта в резервуаре возникает нехватка, а при приеме – излишек. Теоретически подобные отклонения могли бы иметь место, если бы резервуар имел форму не кругового цилиндра, а эллиптического. Однако проделанная нами проверка привела к несколько обескураживающим результатам. Выяснилось, что для того, чтобы объяснить результаты расчетов эллиптичностью резервуара, необходимо было бы признать, что разница в полуосях эллипса, если в качестве такового принимать горизонтальное сечение резервуара, просто невероятная. Она должна была бы при прочих равных условиях составлять ... 1 метр на отметках 2-4 м по высотному трафарету и 2 метра на высоте 0,3-0,5 м по тому же высотному трафарету. Словом, это был бы не круговой и даже не эллиптический цилиндр, а какое-то экзотическое тело, отклонения которого от кругового цилиндра можно было бы обнаружить даже с завязанными глазами, на ощупь.

Но если все же принять, что резервуар № 11 имеет форму эллиптического цилиндра, то это должно было бы сказываться и на результатах инвентаризаций. В частности, рост остатка в резервуаре в течение двух и более месяцев подряд должен был бы сопровождаться ростом излишка нефтепродукта, и наоборот, снижение остатка в резервуаре в продолжение двух или более месяцев подряд должно было бы приводить к появлению нехватки. Если взглянуть на рис.11, последнее предположение означало бы, что в период роста остатков график отклонений фактического остатка от книжного должен был бы идти вверх, а в периоды снижения остатков он должен был бы идти уже вниз. Как можно видеть на рис.11, излишки могут появляться и при снижении остатков, и наоборот, нехватки могут появляться при росте остатков, то есть

статистика инвентаризаций стопроцентного подтверждения данной гипотезе тоже не дает.

Однако полностью отбрасывать предположение о том, что резервуар № 11 имеет форму, отличающуюся от кругового цилиндра, полностью нельзя. Вполне возможно, что геометрия резервуара все же влияет на измерения объема нефтепродукта, находящегося в резервуаре, в большей степени, чем это учтено калибровочными таблицами.

### **Гипотеза вторая (частная, главным образом для резервуаров № 1 и № 2)**

Рассматривая рис.1 и 3, можно заметить загадочную синхронность, проявляющуюся в поведении дизельного топлива резервуарах № 1 и 2. Сверхнормативные излишки нефтепродукта в обоих резервуарах возникали практически одновременно, а исторический минимум отклонения фактического остатка от книжного остатка в резервуарах пришелся на 1 ноября 2002г.

К этому нужно добавить еще и то, что все сверхнормативные остатки возникали при отрицательных температурах наружного воздуха (исключение составило 19 мая 2003г., когда было необычайно тепло). Но еще более удивительно то, что чем ниже была температура, тем больше оказывался сверхнормативный излишек. Так, в резервуаре № 1 сверхнормативные излишки возникали: при температуре  $-6^{\circ}\text{C}$  – семь тонн (два случая), при температуре  $-14^{\circ}\text{C}$  – одна тонна и при температуре  $-17^{\circ}\text{C}$  – десять тонн (!). В резервуаре № 2 сверхнормативные излишки возникали: при температуре  $-14^{\circ}\text{C}$  – полторы тонны, при температуре  $-17^{\circ}\text{C}$  – две с половиной тонны, при температуре  $-21^{\circ}\text{C}$  – две тонны.

Очень может быть, что дело здесь менее всего в термодинамических свойствах самого дизельного топлива, хранящегося в резервуарах № 1 и № 2 (за исключением, может быть, 19 мая 2003г.), а свойствах другого вещества – обыкновенной воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Отличается вода, как известно, от всех остальных веществ тем, что при переходе твердое состояние она расширяется в объеме, а при переходе в жидкое – уменьшается.

По соседству с резервуарами № 1 и № 2 находится резервуар № 13 с мазутом. Особенность последнего заключается в том, что при сливе мазута из железнодорожных цистерн в резервуар или, наоборот, при отпуске из резервуара, нефтепродукт разогревается открытым «острым» паром. При этом в процессе разогрева в течение 6 часов в мазут попадает 6 тонн пара, которые выпадают в резервуаре в осадок в виде воды через 2-3 суток. А потому периодически производится так называемый дренаж резервуара, то есть вода сливается, причем разовый сброс воды может составлять до  $10 \text{ м}^3$ .

Возникает вопрос: куда девается эта горячая вода?

Вполне возможно, что часть ее попадает в открытый грунт. Особенно это вероятно как раз зимой, когда дренажные коллекторы забиты льдом и снегом, а потому горячая вода ( $+50^{\circ}\text{C}$ ) растекается по поверхности снега и грунта возле резервуара. Она моментально топит снег, и по верхнему слою льда и промерзшего грунта, прежде чем первый растает, а второй подтает, может растечься даже дальше, чем летом. Во всяком случае, поскольку нефтебаза эксплуатируется уже более 30 лет, то вероятным представляется, что грунт под резервуарным парком за такой большой период времени промыт и профильтрован частью сливаемой при дренаже мазутных резервуаров воды настолько, что последняя растекается под резервуарами очень легко и распространяется очень широко. Конечно, сказать, что представляет из себя грунт под резервуарным парком, сложно. С одной стороны, верхний слой является насыпным и состоит из песка или супеси. Но, с другой стороны, это все же пойма реки, а потому под верхним песчаным слоем вполне возможны и торфяные отложения, и суглинки. Более того, за 30 лет благодаря дренажу мазутных резервуаров даже насыпной песчаный грунт мог заилиться настолько, что начал приобретать свойства суглинка. И если это так, то последний в состоянии не только впитывать воду, но и очень долго не отдавать ее обратно.

Но мы знаем, что на севере грунт в зимнее время промерзает. Промерзание это

происходит главным образом во второй половине ноября и в первой половине декабря, пока снежный покров отсутствует или сравнительно тонок. Позже, когда снежный покров становится выше, он уже в силу своей низкой теплопроводности препятствует промерзанию грунта, и его дальнейшее промерзание вглубь прекращается. Глубокое, до метра и глубже, промерзание происходит лишь в нескольких случаях:

- на продуваемых бесснежных местах, где грунт непосредственно соприкасается с холодным воздухом или иным холодным веществом;
- под сильно утоптаным снегом (например, под тропинками), поскольку уплотненный снег обладает более высокой теплопроводностью, чем мягкий снег;
- в сильно переувлажненной почве (этот случай представляет собой настоящий бич для дачников, которым по обыкновению выпадает счастье получать участки и строить дома в местах, где до этого росли одни только елки).

Что мы имеем в нашем случае?

Во-первых, у нас есть круглогодично увлажненный в результате дренажа мазутных резервуаров грунт под резервуарами № 1 и № 2, причем особенно сильно увлажненный зимой, когда закачка перегретого пара в мазутные резервуары и их дренаж происходят наиболее интенсивно. Во-вторых, мы имеем над этим увлажненным грунтом два резервуара (№ 1 и № 2), в которых постоянно хранится столб незамерзающей жидкости высотой в несколько метров, имеющий в период с ноября по апрель среднюю температуру ниже нуля, и порой весьма существенно ниже. Иначе говоря, у нас выполняются сразу два условия, при которых возможно глубокое промерзание грунта – постоянно охлаждение со стороны резервуаров № 1 и № 2 и сильно увлажненный грунт под ними. В итоге резервуары № 1 и № 2 в зимнее время вполне способны промораживать под собой грунт до глубин, сопоставимых с высотой самих резервуаров. Если учесть фактор отрицательной среднегодовой температуры в наших широтах, а также расположение нефтебазы в пойме реки, то это означает, что за 30 лет эксплуатации резервуаров № 1 и № 2 под ними могла возникнуть самая настоящая подушка вечной мерзлоты искусственного происхождения.

Эта подушка будет иметь тенденцию к вспучиванию в зимний период, причем ее способность будет тем выше, чем более глинистым является грунт. Вспучивание будет иметь своим следствием куполообразное поднятие дна резервуара и соответственно появление сначала излишков в пределах норм, а затем и излишков сверх норм. В летний период эта подушка будет оттаивать, приводя постепенно к проседанию дна резервуара. Однако хитрость тут в том, что процесс оттаивания имеет временной лаг (запаздывание) по отношению к летнему температурному максимуму в июле, а потому, начавшись только в мае, максимальной глубины достигает уже осенью. В резервуарах № 1 и № 2 это произошло 1 ноября 2002г. Если бы теплый сезон длился в наших широтах дольше, то через месяц, то есть на 1 декабря 2002г., резервуары показали бы уже недостачу в пределах нормы. Еще через месяц, то есть на 1 января 2003г., выявилась бы уже сверхнормативная недостача, компенсирующая тот самый сверхнормативный излишек, оприходованный по ранней весне, когда грунт в наших широтах промерзает максимально. Но поскольку лето у нас все же короткое, то после 1 ноября тепловой процесс в грунте под резервуарами начинает идти в обратном направлении, при этом грунт промораживается значительно быстрее, чем он оттаивал. Это происходит вследствие того, что оттаявший летом грунт оказывается зажатым между двумя зонами с отрицательными температурами – сверху остывший до отрицательных температур нефтепродукт в резервуаре, снизу – сама же подушка вечной мерзлоты искусственного происхождения под резервуарами.

Таким образом, если термодинамика грунта под резервуарами действительно такая, то систематическое появление излишков в резервуарах № 1 и № 2 означает, что в них уже имеется практически постоянное куполообразное поднятие дна резервуара. Оно максимально в центральной части и сходит на нет к стенкам резервуара, искажая результаты замеров уровня

нефтепродукта. Замеры высотного трафарета тут ничем помочь не могут, поскольку они производятся вблизи стенки резервуара и соответственно не в состоянии зафиксировать поднятие дна в центральной части резервуара. О стабильности купола говорит, видимо, и тот факт, что в резервуаре № 2, в котором после 1 января 2003г. уровень нефтепродукта постоянен, неизменно фиксируется один и тот же излишек на грани нормы погрешности измерений.

Попробуем оценить вероятную высоту поднятия дна резервуаров № 1 и № 2:

- в резервуаре № 1 репрезентативный сверхнормативный излишек, имевший место 1 марта 2003г., составил 7 тонн. Если к этой величине добавить нормативный излишек в 1 тонну, то общий объем не существовавшего на тот момент излишка можно оценить примерно в 8 тонн, или почти в  $10 \text{ м}^3$ . Аналогичный репрезентативный сверхнормативный излишек в резервуаре № 2 был тоже 1 марта 2003г. и составил 2 тонны. Добавляя к этой величине норму погрешности (250 кг), мы получаем иллюзорный излишек примерно в  $3 \text{ м}^3$ ;
- предположим, что куполообразное поднятие дна резервуаров имеет форму параболического конуса, то есть описывается формулой  $V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$ , где  $R$  – радиус резервуара, а  $h$  – высота купола. И тогда по состоянию на 1 марта 2003г. мы получаем куполообразное поднятие днища первого резервуара на 18 см, второго – на 5 см относительно высотного трафарета.

### Заключение

Косвенным доказательством в пользу второй гипотезы служит то, что аномальные излишки нефтепродукта отмечаются в наибольшей степени в резервуаре № 1, который ближе всех находится к резервуару № 13 с мазутом и соответственно испытывает наибольшее воздействие дренажа, тогда как в резервуаре № 2 этих аномальных излишков уже значительно меньше, поскольку резервуар № 2 находится поодаль от резервуара № 13.

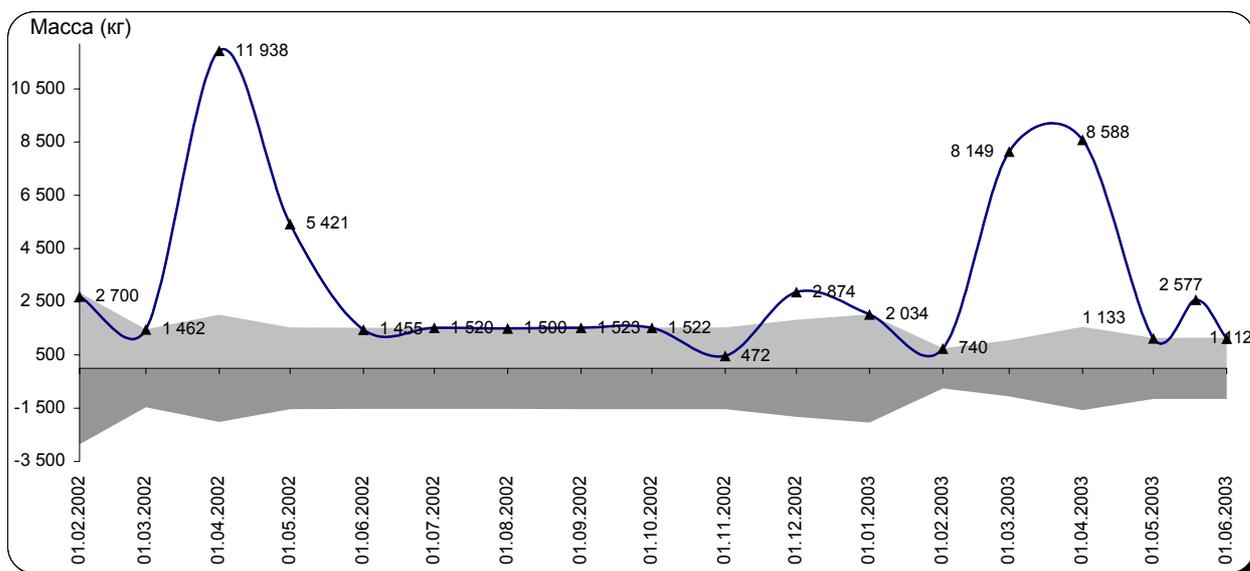
И если куполообразное поднятие дна резервуара имеет место, то его опасность двойная:

- во-первых, оно растёт, о чем говорят постоянно фиксируемые систематические излишки, не компенсируемые недостатками в пределах норм и сверх норм;
- во-вторых, оно может "дышать", причем весьма интенсивно. Дренаж мазутного резервуара в январские морозы может в считанные часы частично растопить мерзлотную подушку под резервуаром, после чего дно резервуара осядет. Но буквально через два-три дня после дренажа подтаявший грунт замерзнет вновь, приподняв дно резервуара до прежней высоты или даже выше. И если это именно так, то не исключено, что когда-нибудь днище резервуаров № 1 и № 2 элементарно не выдержит (30 лет – это не шутка), и тогда вместо очередных  $10 \text{ м}^3$  излишка можно получить несколько сотен кубометров недостачи.

Вполне возможно также, что сливаемая при дренаже резервуара № 13 вода способна подтекать даже под сравнительно удаленные резервуары и замерзать там зимой, воздействуя на их днища. Во всяком случае, есть некоторые признаки, позволяющие предполагать подобное:

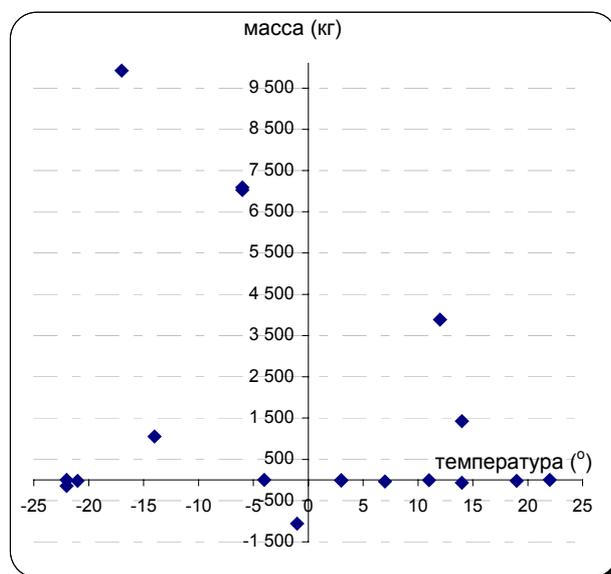
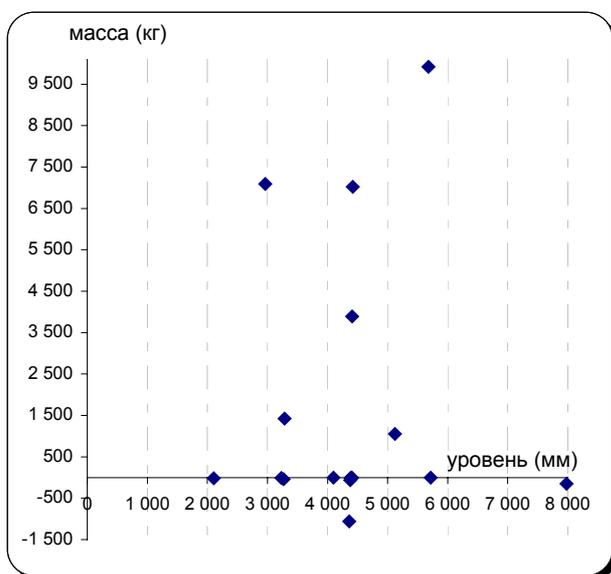
- во-первых, чем дальше отстоит резервуар от парка темных нефтепродуктов, тем реже наблюдаются излишки и тем чаще появляются недостатки в резервуаре. В частности, это видно на примере резервуара № 11, который отстоит дальше всех от резервуара с мазутом (рис.13; для наглядности приведен также тренд отклонений между фактическим и книжным остатками);
- во-вторых, в истории резервуара № 3 есть один довольно странный всплеск: недостача на грани нормы 1 июля 2002г., то есть на макушке лета. Как его можно было бы объяснить? В мае 2002г. в пустовавший до этого резервуар было закачано топливо. Но май 2002г. был на редкость прохладным, поэтому залитое топливо не смогло оказать теплового воздействия на мерзлотную подушку под резервуаром, и в итоге по состоянию на 1 июня выявился излишек на грани нормы (рис.5). В свою очередь, июнь 2002г. оказался самым теплым месяцем года, залитое в резервуар топливо прогрелось и растопило мерзлоту. В результате дно резервуара под весом нефтепродукта просело, и парадокс: на 1 июля вышла недостача на грани нормы.

Но в любом случае есть над чем подумать. Во всяком случае, наличие аномальных излишков в резервуарах светлых нефтепродуктов требует своего объяснения до того, пока количество излишков не перешло в качество недостачи...



**Рис.1. Резервуар № 1 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо зимнее.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (эти границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).

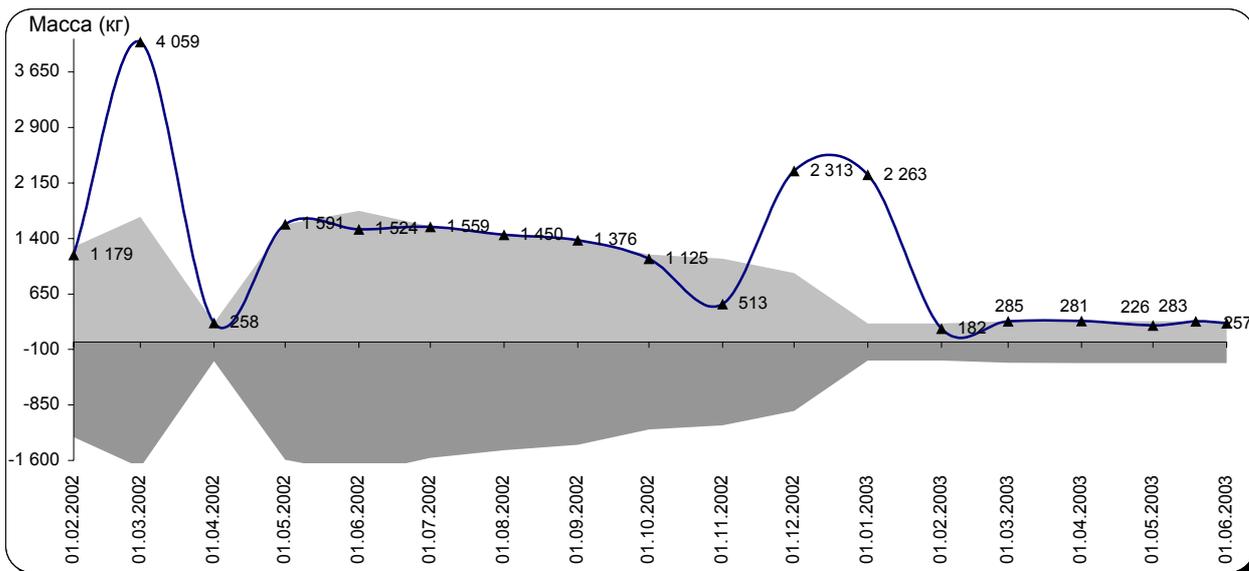


**Рис.2. Резервуар № 1 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо зимнее.**

Разница между фактическим и книжным остатками, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре. Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

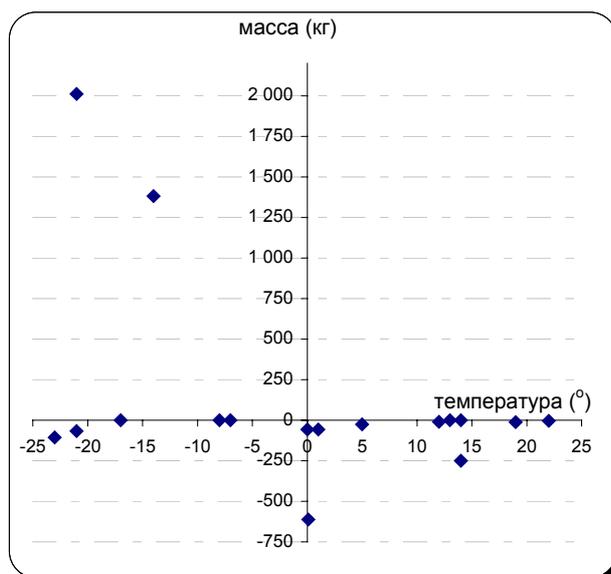
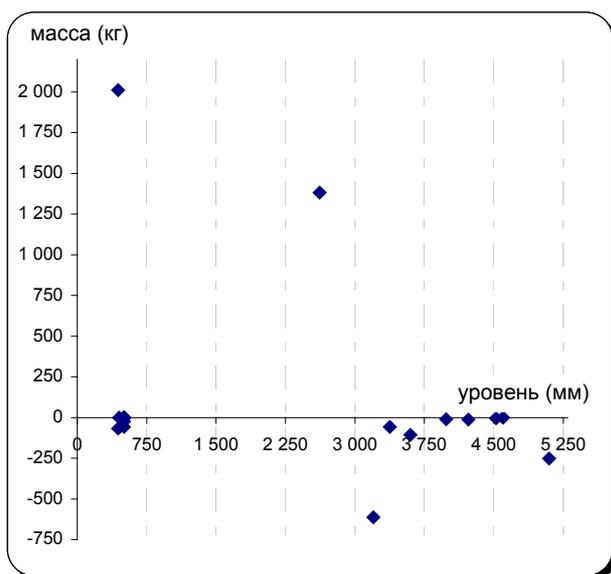
За рассматриваемый период времени недостач вообще не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками в пределах норм и нормами погрешности измерений.

Чем ниже располагается точка к оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.3. Резервуар № 2 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо зимнее.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (эти границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).



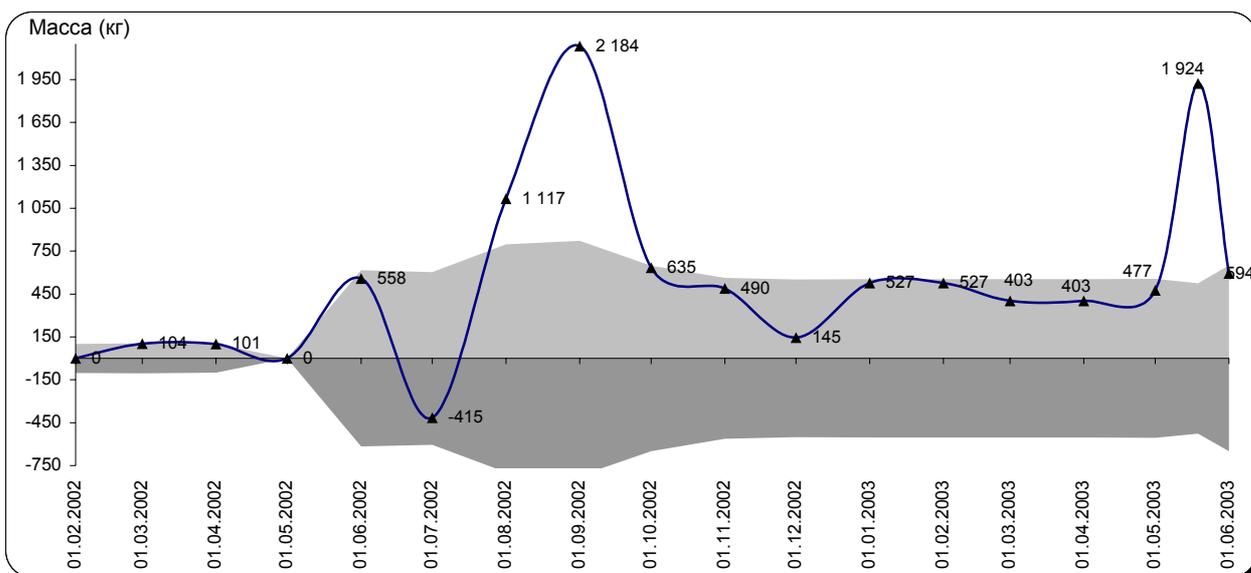
**Рис.4. Резервуар № 2 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо зимнее.**

Разница между фактическим и книжным остатками, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре.

Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

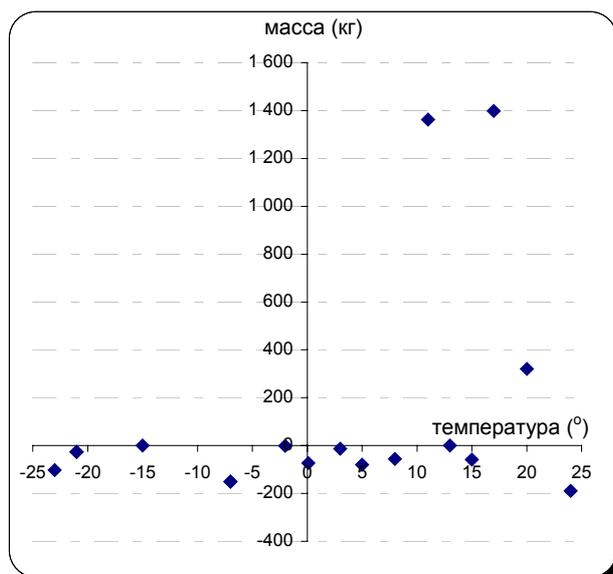
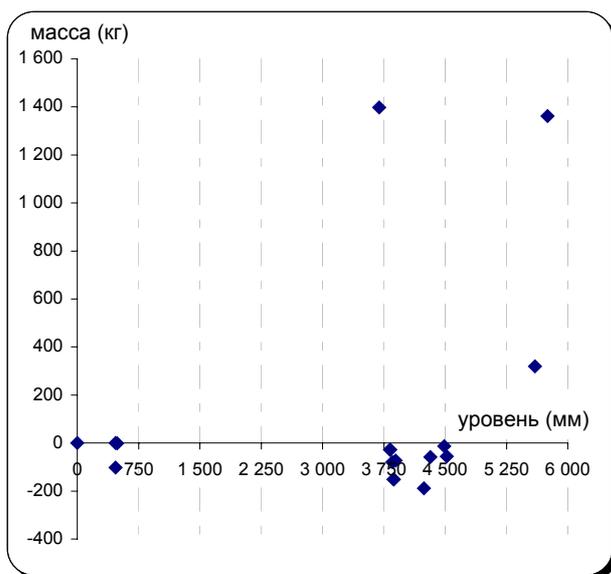
За рассматриваемый период времени недостач вообще не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками в пределах норм и нормами погрешности измерений.

Чем ниже располагается точка к оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.5. Резервуар № 3 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо летнее.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (эти границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).



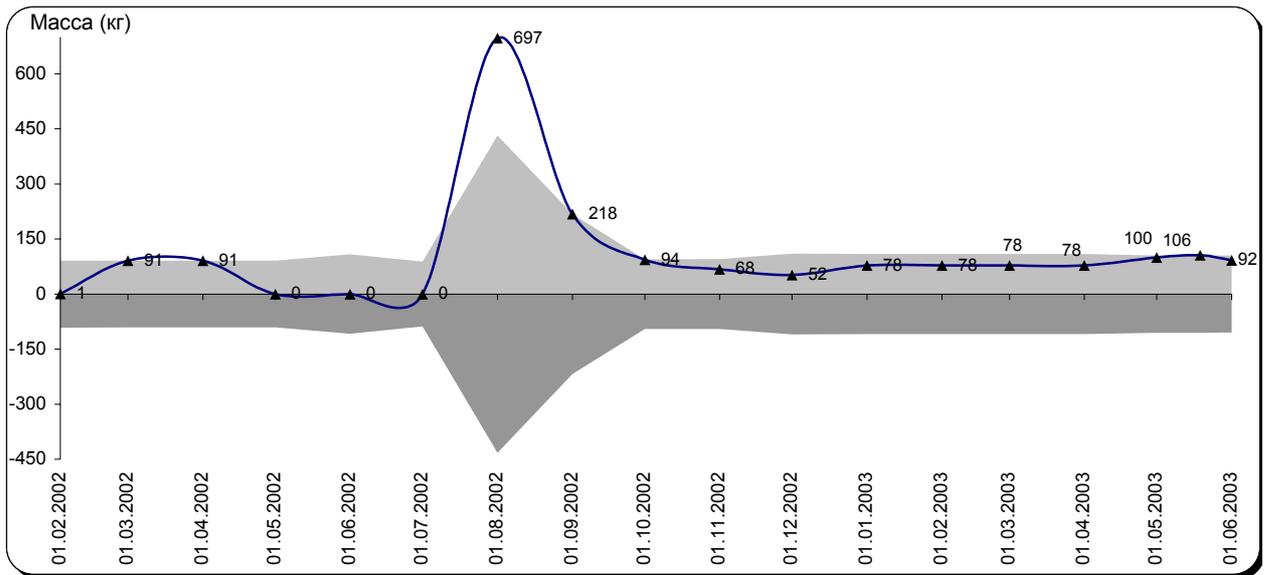
**Рис.6. Резервуар № 3 (700 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо летнее.**

Разница между фактическим и книжным остатками, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре.

Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

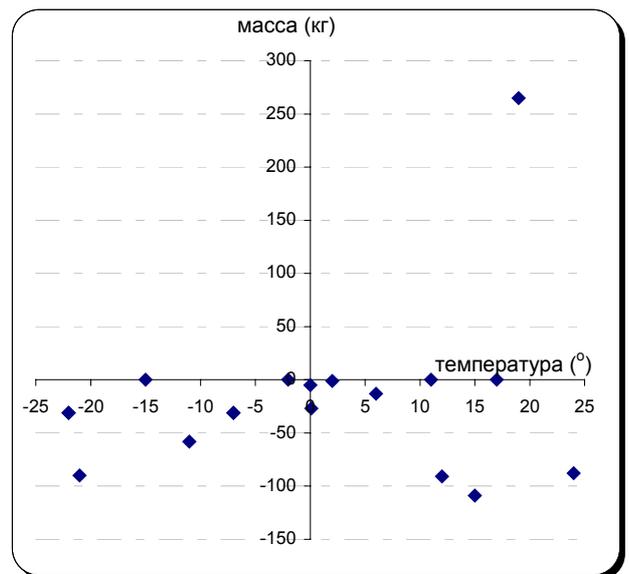
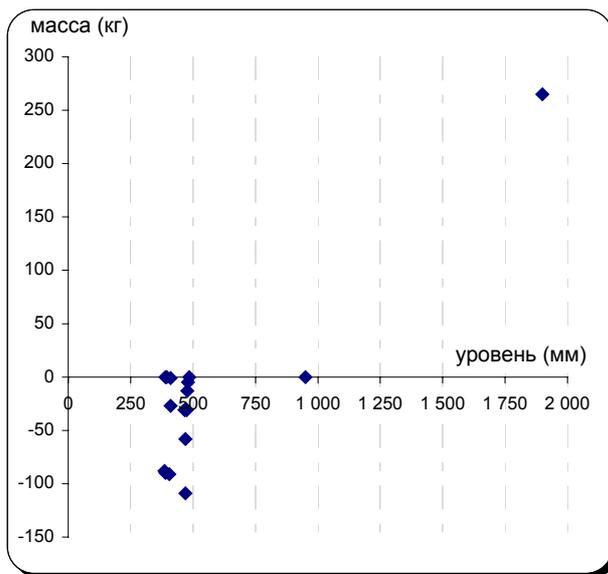
За рассматриваемый период времени сверхнормативных недостач не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками и недостачами в пределах норм, с одной стороны, и нормами погрешности измерений, с другой.

Чем ниже располагается точка к оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.7. Резервуар № 4 (200 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо летнее.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (эти границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).



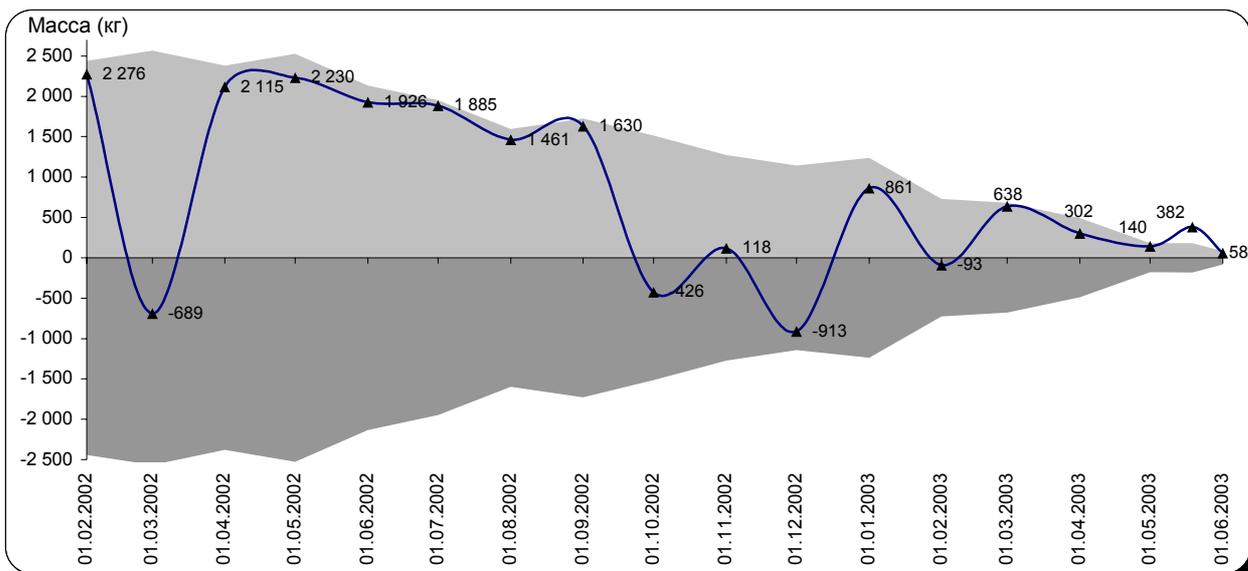
**Рис.8. Резервуар № 4 (200 м<sup>3</sup>). Дизельное топливо летнее.**

Разница между фактическим и книжным остатками, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре.

Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

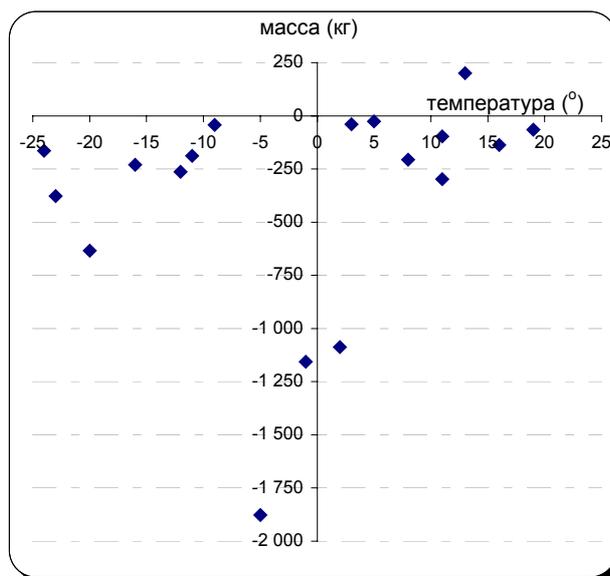
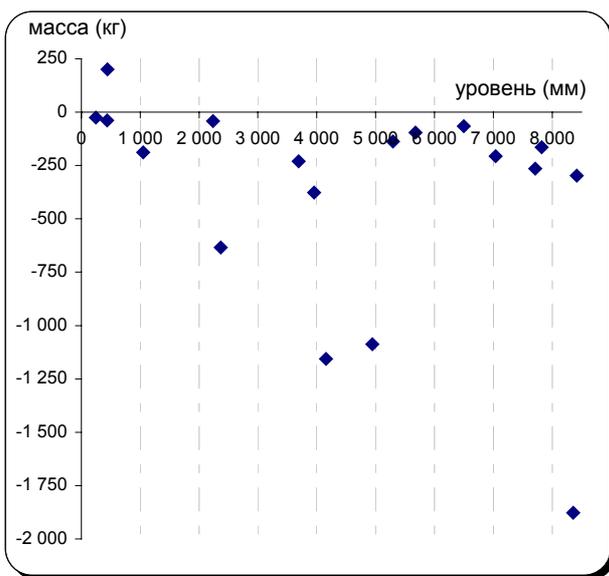
За рассматриваемый период времени недостач вообще не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками в пределах норм и нормами погрешности измерений.

Чем ниже располагается точка к оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.9. Резервуар № 5 (700 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-80.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).



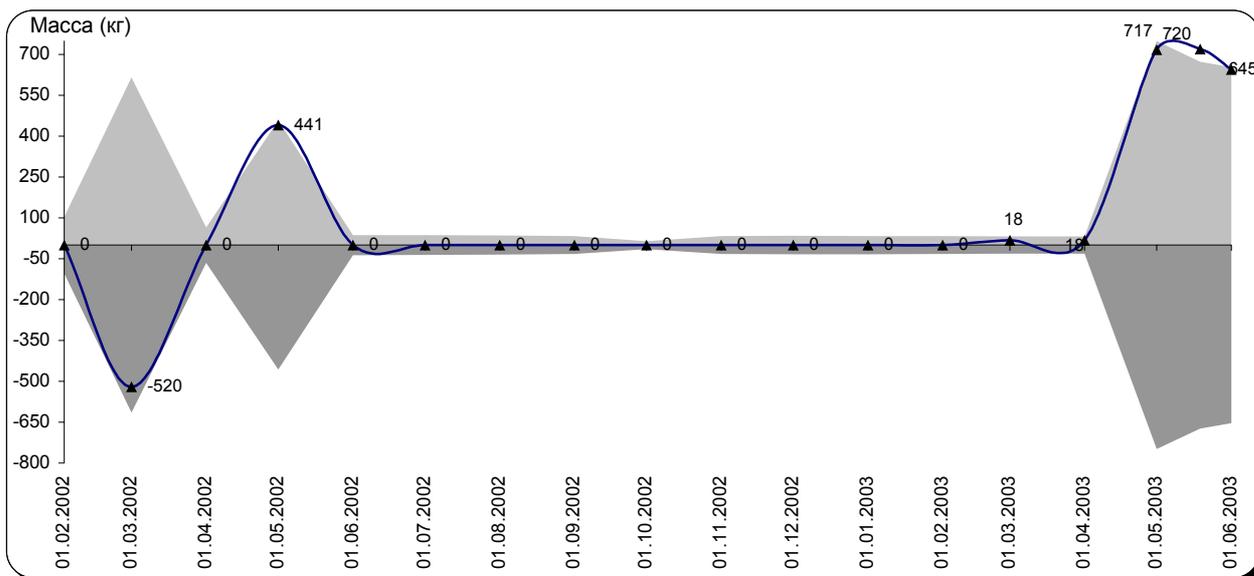
**Рис.10. Резервуар № 5 (700 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-80.**

Разница между фактическим и книжным остатками, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре.

Сверхнормативная разница (приходуемые излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

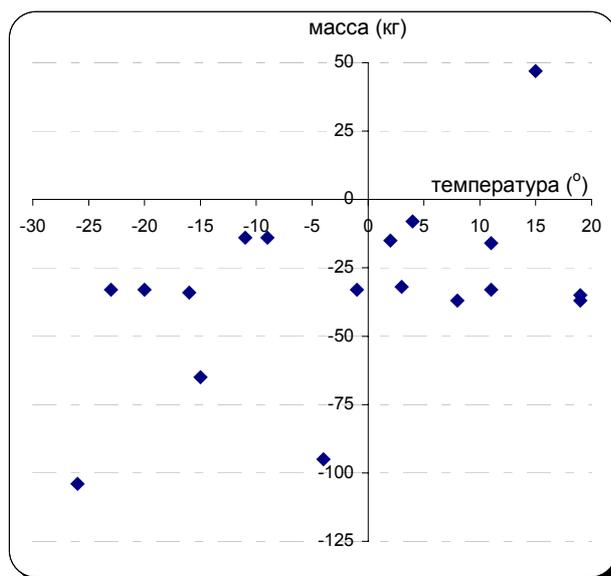
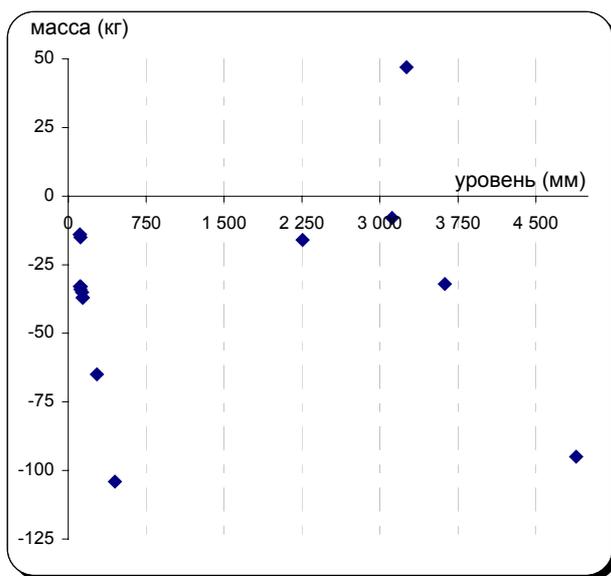
За рассматриваемый период времени сверхнормативных недостач не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками и недостачами в пределах норм, с одной стороны, и нормами погрешности измерений, с другой.

Чем ниже располагается точка к оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.11. Резервуар № 9 (200 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-80.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).

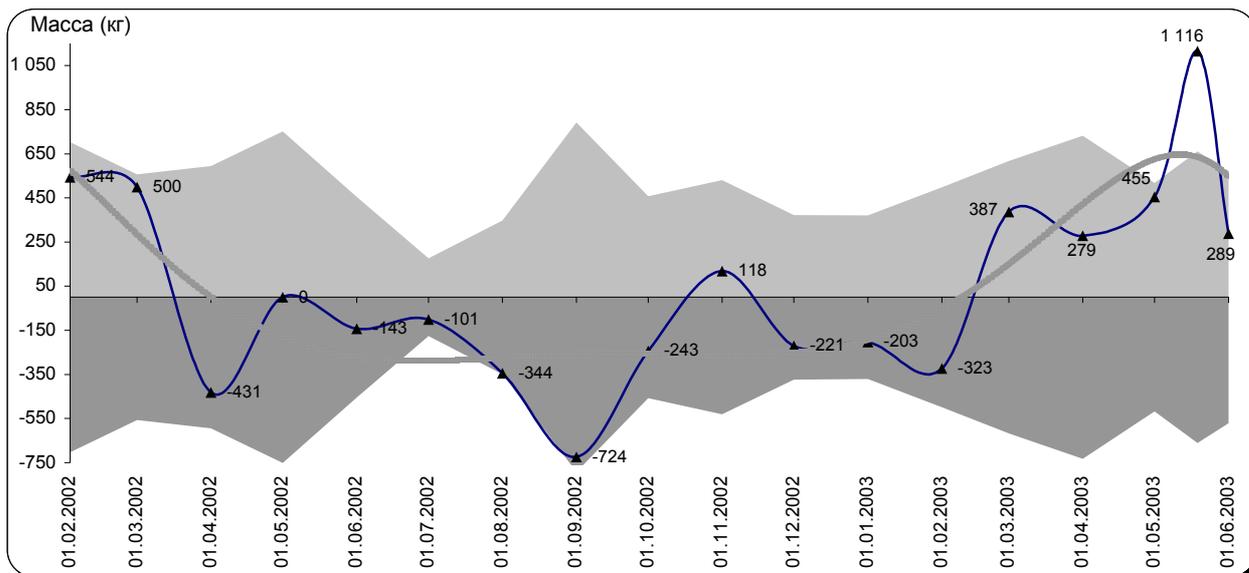


**Рис.12. Резервуар № 9 (200 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-80.**

Разница фактического и книжного остатков, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре. Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

За рассматриваемый период времени сверхнормативных недостач не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками и недостачами в пределах норм, с одной стороны, и нормами погрешности измерений, с другой.

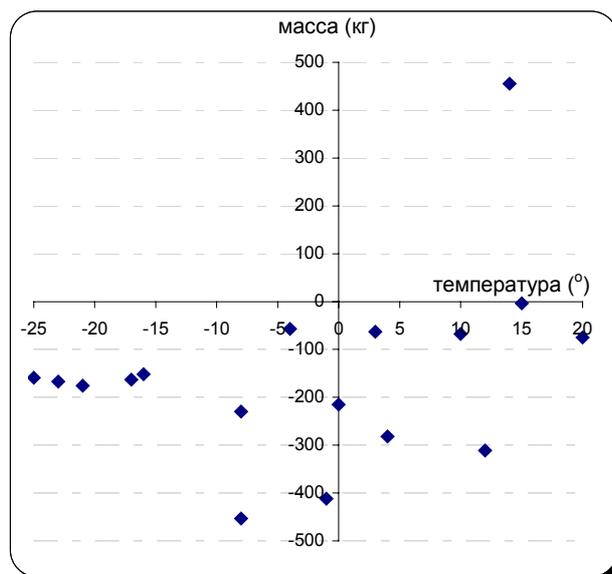
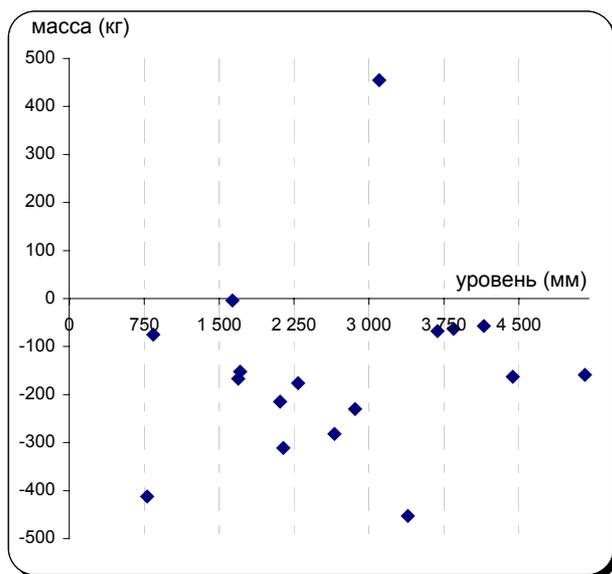
Чем ниже располагается точка вдоль оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.



**Рис.13. Резервуар № 11 (200 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-92.**

График отклонений фактического остатка от книжного остатка на фоне границ нормы погрешности измерений (границы показаны серым цветом как зеркально симметричные полосы выше и ниже нулевой линии).

Гладкой светло-серой линией показан тренд отклонений между фактическим и книжным остатками.



**Рис.14. Резервуар № 11 (200 м<sup>3</sup>). Автомобильный бензин АИ-92.**

Разница фактического и книжного остатков, уменьшенная на норму погрешности измерений, показана как зависимость от высоты уровня (левый график) и температуры (правый график) нефтепродукта в резервуаре.

Сверхнормативная разница (приходящиеся излишки или взыскиваемые недостачи) попадает на этих графиках выше нулевой линии, разница в пределах нормы погрешности – ниже нулевой линии.

За рассматриваемый период времени сверхнормативных недостач не было, поэтому выше нулевой линии одни только излишки сверх норм, а ниже нулевой линии – разность между излишками и недостачами в пределах норм, с одной стороны, и нормами погрешности измерений, с другой.

Чем ниже располагается точка вдоль оси ординат, тем ближе был в этот момент фактический остаток к книжному остатку.