

# Организация энергоменеджмента на примере молочной отрасли

## SIEMENS

В наши дни случается так, что и успешные предприятия, выпускающие качественную продукцию и оснащенные современным и надежным оборудованием, по-прежнему испытывают затруднения с прогнозированием затрат и энергопотребления, и, как следствие, теряют прибыль и доверие партнеров. Правильная организация энергоменеджмента, которая включает в себя работу по энергоаудиту, четкое понимание экономического эффекта и сроков окупаемости, поможет решить подобные проблемы. Автор статьи рассказывает о том, как исключить необоснованные затраты и человеческий фактор, и приводит примеры организации энергоменеджмента на примере молочной отрасли.

ООО «Сименс», г. Москва

История энергосбережения в России началась достаточно давно и вовсе не с Федерального закона № 28-ФЗ «Об энергосбережении» от 1996 года. Например, можно найти материалы XXVII КПСС от 1986 года о проведении энергосберегающей политики, но до сих пор на многих предприятиях этим, по сути, не занимаются. В Европе стали успешно применять и использовать энергосберегающие технологии уже очень давно, поэтому целесообразно воспользоваться уже накопленным опытом, что мы и сделаем.

Прежде чем проводить какие-либо мероприятия на заводе, необходимо навести порядок в плане получения оперативной информации в on-line режиме с различных счетчиков. Все энергопотребление должно быть абсолютно прозрачным, только тогда можно вести разговор о какой-то оптимизации. Коммерческих систем учета, которые стоят уже на всех заводах, для этого недостаточно, они служат для других целей. Основные вопросы, которые должны быть решены, представлены на рис. 1.

Данные по энергоносителям участвуют в общем энергопланировании, благодаря чему нужно не только предсказывать энергопотребление, но и понимать, когда выгоднее пользоваться не внешними источниками энергоносителей, а использовать, например, внутренние генераторы.

Нужно контролировать все энергопотоки, а также распределение энергоносителей на единицу выпущенной продукции, затраты на сточные воды и многое другое.

### Какие требуются энергоносители и в каком количестве?

Ответить на этот вопрос, конечно, можно, просто сняв показания с коммерческих постов учета. Но ответ может получиться несколько однобоким, ведь для оптимизации энергозакупок нужно знать подробный прогноз с информацией об энергопотреблении, желательно с точностью до часа, с возможными пиками и т.д. Причем в анализе необходимо сравнивать потребление не только за предыдущий месяц, но и за аналогичный месяц прошлого года. Фактор сезонности весьма актуален для молочной промышленности. Поскольку на современном молочном заводе счетчиков гораздо

больше, чем 3 (например, газ, вода и электричество), то и данных получается огромное количество. Поэтому они хранятся не в отдельных файликах Excel, а в СУБД, типа Oracle (система энергоменеджмента b.data), или MS SQL Server.

Пример отчета вы можете видеть на рис. 2.

В отчете можно видеть потребление энергоносителей за различные промежутки времени в перерасчете на тонну выпущенной продукции (форму отчета, данные, периоды времени и пр. можно легко переделать).

Для прогнозирования в системе энергоменеджмента b.data существует очень мощный инструмент, позволяющий «включать/отключать» различные производственные линии, добавлять масштабные коэффициенты, оперировать различным количеством выпущенной продукции и пр. Таким обра-

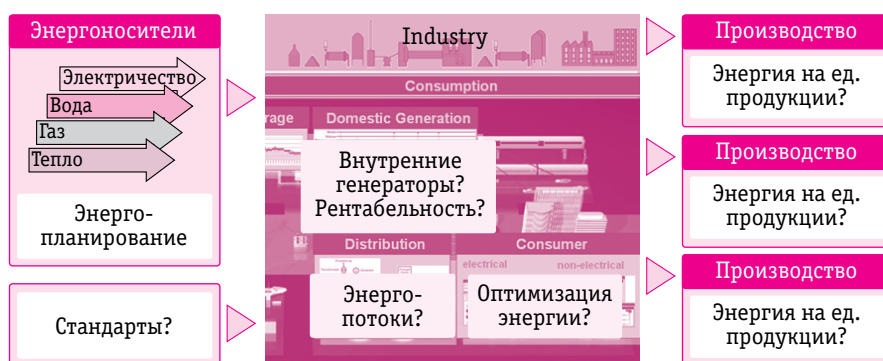


Рис. 1. Основные вопросы энергоменеджмента



KPI's производство продукции

с: 23.03.2011  
до: 30.03.2011

		Неделя	Месяц	Год
Молоко	т	27	233	474
Кефир	т	28	234	475
Ряженка	т	29	235	476
Йогурт	т	30	236	477
Прочее	т	31	237	478
Всего продукции	т	21 681	178 346	363 053
Электрическая энергия	kWh	397 400	3 211 600	6 541 600
Потребление эл. энергии, приема	kWh	29 189	232 822	476 081
Потребление эл. энергии, аппаратный цех	kWh	27 817	224 402	459 821
Потребление эл. энергии, маслоцех	kWh	19 206	151 450	308 282
Потребление эл. энергии, йогурты	kWh	19 522	159 931	324 096
Потребление эл. энергии, фасовка	kWh	1 882	15 076	30 126
Потребление эл. энергии на тонну	kWh	18,33	18,01	18,02

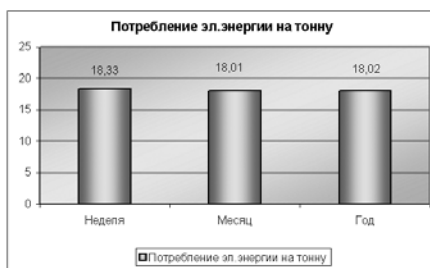
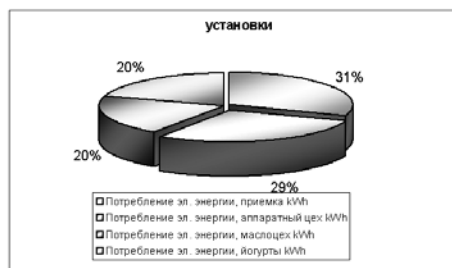


Рис. 2. Отчет по потреблению электроэнергии (система b.data фирмы Siemens)

зом, можно получать различные результаты в зависимости от начальных условий. В соответствии с полученными данными уже можно осуществлять эффективную энергополитику и оптимально работать с энергопоставщиками.

Какие потребители используют больше всего энергоносителей?

Ответ на этот вопрос позволяет не только выявить текущую картину с раскладкой по МВЗ (местам возникновения затрат), но и также выявить ТОП потребителей для выявления потерь. Пример такого отчета вы можете видеть на рис. 3.

В отчете, как вы можете видеть, находятся данные по всем энергоносителям в их абсолютном и процентном соотношении, а также их распределение по цехам. В остатке можно видеть все неучтенные потери. Аналогичного вида отчет строится автоматически, но уже со значениями стоимости. Такие же отчеты, уже более подробные, можно получать по конкретному оборудованию в цехе. Имея такие отчеты за смену/сутки/неделю/месяц/год, уже можно легко анализировать текущую ситуацию, оперативно выявляя отклонения от планируемого потребления.

Что является энергетической себестоимостью?

Оценки затрат энергоносителей на единицу выпущенной продукции, как правило, либо делаются весьма приблизительно, либо им вообще не придается никакого значения. Между тем подобные данные легко собираются в системе b.data и привязываются к соответствующим партиям выпущенной продукции, после чего можно получить как отчеты в табличном виде, так и графики.

По подобным графикам легко определить, сколько электроэнергии было потрачено на тонну

выпущенной продукции/партию. Далее пытливые умы могут задать вопрос – почему при тех же условиях (вид продукции, качество, количество и пр.) в последнюю смену за то же количество времени было затрачено больше электроэнергии (тепла, моющих растворов и пр.), чем в предыдущую и сделать оргвыводы.

Знакомая ситуация на заводе – оборудование стоит, открываем шкаф с пневмоостровами и – шшш... Слышим, как всюду выходит воздух из некоторых трубок пневмоостровов. Собственно, когда туда вообще последний раз заглядывали? Шипит себе и шипит, а кому это мешает? Компрессор между тем работает и работает... Давайте разберемся, а сколько же у нас уходит воздуха в воздух и сколько денег мы тратим на ветер: сколько таких утечек по заводу?

Это мало или нет? 328 500 р. Мелочь? А некоторые думают, что копейка рубль бережет. Разрешите тогда немедленно приехать к вам на завод, устранить утечки, а сэкономленные деньги отдадим в детский дом.

Есть также истории, когда покупалось компрессорное оборудование исходя из расчетов номинального потребления + допустимые потери + прогноз роста потребления. Оборудование приехало и выяснилось, что не хватает мощности. Устранив потери, выходили на проектное потребление. Но зачем допускать такие ошибки? В соответствии со стандартом EN16001 (да и по простой логике тоже) процесс мониторинга, выработки энергополитики и соответ-



Обзор потребления

мар 2011		Завод							Остаток	
Носитель	Energy Costs	Общее потребление	Знач.	Администрация	Приема 1	Приема 2	Масло	Аппаратный		Фасовка
CC > 100 % measurement	Электричество	абсолютное	12 560 000 kWh	1 254 000	523 000	320 000	3 800 000	4 200 000	2 221 000	242 000
		процент		10,0%	4,2%	2,5%	30,3%	33,4%	17,7%	1,9%
	Техническое тепло	абсолютное	23 000 kWh	1 265	325	8 500	8 750	4 460	99	1 595
		процент		5,5%	1,4%	28,3%	38,1%	19,4%	0,4%	6,8%
	Тепло помещения	абсолютное	16 900 kWh	11 000	120	3 200	800	650	52	988
		процент		65,1%	0,7%	18,9%	5,3%	3,8%	0,3%	5,8%
	Газ	абсолютное	1 200 000 м3	120 000	100 000	120 000	256 000	200 000	200 000	204 000
		процент		10,0%	8,3%	10,0%	21,3%	16,7%	16,7%	17,0%
	Пар	абсолютное	1 200 000 м3	120 000	100 000	120 000	256 000	200 000	200 000	204 000
		процент		10,0%	8,3%	10,0%	21,3%	16,7%	16,7%	17,0%
CC < 100 % measurement	Холодная вода	абсолютное	1 200 000 м3	200 000	100 000	120 000	256 000	200 000	200 000	204 000
		процент		16,7%	8,3%	10,0%	21,3%	16,7%	16,7%	17,0%
	МНЗ	абсолютное	1 200 000 м3	204 000	100 000	120 000	256 000	200 000	200 000	204 000
		процент		17,0%	8,3%	10,0%	21,3%	16,7%	16,7%	17,0%
	Сжатый воздух	абсолютное	3 990 м3	12	800	1 200	585	600	600	193
		процент		0,3%	20,1%	30,1%	14,7%	15,0%	15,0%	4,8%
	Чистая вода	абсолютное	27 000 м3	50	1 200	3 650	9 000	12 000	120	980
		процент		0,2%	4,4%	13,5%	33,3%	44,4%	0,4%	3,6%
	Техническая вода	абсолютное	114 800 м3	1 254	1 250	98 654	3 650	5 410	3 560	1 022
		процент		1,1%	1,1%	85,9%	3,2%	4,7%	3,1%	0,9%

Рис. 3. Обзор потребления по молочному заводу (система b.data)

Таблица. Потери предприятия при различных утечках

Диаметр утечки, (мм)	Потери воздуха на 6 бар (м³/мин)	Потери энергии (кВт)	Экономические потери (руб. в год)*
1	0,074	0,75	19 710
2	0,375	3,00	78 840
3	1,263	7,50	197 100
4	2,200	12,5	500

\* Расчеты делались исходя из стоимости электроэнергии 3 р. за кВт/ч электроэнергии, без учета различных тарифных сеток, при работе компрессора 24 часа в сутки, 365 дней в году.

ствующих мер должен происходить постоянно. Процесс устранения утечек должен быть незамедлительным. Что для этого нужно? Ответ простой – постоянный мониторинг и грамотный анализ данных. Это только по потреблению воздуха, то же самое касается всех остальных энергоносителей. Когда необходимо ремонтировать систему кондиционирования, а когда стоит подождать? Ответ лежит на поверхности. Получив соответствующие отчеты в b.data, вы не только точно узнаете время, но и спланируете свой ремонт и узнаете, когда вернутся капиталовложения.

**Где есть потенциалы для сохранения энергии?**

Частично мы уже ответили на этот вопрос. Но рассмотрим интересный метод Pinch-анализа. Данный метод позволяет оценить тепловые потери по заводу, наметить себе карту идеального распределения теплового баланса и отслеживать шаги по достижению этой цели. В Википедии можно найти достаточно емкое определение: «Пинч-анализ (англ. pinch – сжатие, сужение) представляет собой методологию для минимизации потребления энергии химических процессов путем расчета

термодинамически осуществимой целевой энергии (или минимума потребления энергии) и ее достижение путем оптимизации тепла рекуперации системы, методов подвода энергии и условий эксплуатации. Пинч-анализ также известен как процесс интеграции, тепловая интеграция, энергетическая интеграция или пинч-технология. Исходные данные для процесса представляются в виде набора энергетических потоков или зависимостей тепловой нагрузки (кВт) от температуры (°C). Эти данные объединяются для всех потоков на предприятии, чтобы дать композитные кривые, одну для всех горячих потоков (отдающих тепло) и одну для всех холодных потоков (требующих тепло). Точка наибольшего сближения горячей и холодной композитных кривых – это пинч-температура (пинч-точка или просто пинч), и является точкой с наибольшими ограничениями. Таким образом, найдя эту точку и начав проектирование с нее, можно достичь целевой энергии с помощью теплообменников путем передачи теплоты между горячими и холодными потоками. На практике в ходе пинч-анализа довольно часто находят потоки с температурой выше пинч-точки и ниже ее, которые обмениваются энергией друг с другом. Удаление этих обменов взаимным выравниванием позволяет достичь целевой энергии».

Выглядит это следующим образом: на многих молочных заводах pinch температура находится в районе 70°C. Например, применение водяной экономайзера для котельного газа может оказаться неэффективным. Наиболее целесообразная температура для экономайзера – около 150°C. Таким образом, построение подобных кривых позволяет не только оценить экономическую целесообразность различных энергосберегающих решений, но и, что

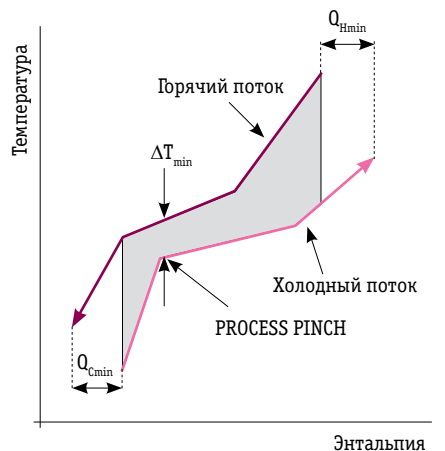
немаловажно, оценить их реальный экономический эффект.

Различных решений здесь очень много. Очень хороший обзор представлен в документе «Bulletin of the international Dairy Federation», который вы можете без труда найти в Интернете или по адресу [http://www.dairysustainabilityinitiative.org/Files/media/IDF\\_Publications/401-2005.pdf](http://www.dairysustainabilityinitiative.org/Files/media/IDF_Publications/401-2005.pdf)

Приведу лишь некоторые выдержки из этого документа по возможностям энергосбережения на молочных комбинатах:

- ▶ применение экономайзеров в бойлерах;
- ▶ совершенствование систем охлаждения молока (грамотная организация режимов охлаждения может экономить немало средств, например, снижение на 1 градус при производительности 100 000 литров/день требует дополнительно 116 кВт·ч);
- ▶ комбинированные системы Тепло&Энергия (СНР) – ежегодная экономия несколько миллионов рублей;
- ▶ системы регенерации тепла: решения для парогенераторов, применение тепловых насосов, решения для генерации сжатого воздуха, систем охлаждения, пастеризаторов, производства сыра и многое другое;
- ▶ СІР станции и пр.

Одним словом, решений может быть очень много. Решить вопрос по постоянному мониторингу, планированию и пр. в соответствии с европейским стандартом EN16001 можно только применением специализированного программного обеспечения. Программное обеспечение для целей энергосбережения может быть как на уровне систем АСУ ТП – систем управления технологическими процессами, так и на уровне MES – т.е. систем управления производством. По поводу системы на уровне АСУ ТП, под названием powergate для PCS7 или WinCC, фирмы Siemens, уже рассказывалось в предыдущих номерах. Вкратце отмечу наиболее важные моменты – в системе powergate существуют мощные инструменты не только для сбора и анализа данных, но также и для активного вмешательства в технологический процесс для уменьшения энерго-



Q<sub>Hmin</sub> – требуемый внешний источник тепла,  
Q<sub>Cmin</sub> – требуемый источник охлаждения

▲ Pinch-анализ

Менеджмент энергии – Корпоративный портал



▲ Иерархия систем энергоменеджмента

потребления. Благодаря этому, систему можно интегрировать с уже существующими системами АСУ ТП на базе PCS7 и WinCC, без кардинальной переделки программного обеспечения, что делает ее уникальной на рынке. Система b.data, фирмы Siemens, в свою очередь занимает уровень выше.

Затраты на энергоносители можно снизить различными путями, которые уже описаны выше, а также путем оптимизации закупок на рынке энергетики. Здесь речь может идти об оптимизации контрактов, тарифных систем и пр. Для этого необходима полная прозрачность всех энергопотоков, а также мощная система прогнозирования, позволяющая рассчитать энергопотребление в зависимости от партий выпускаемой продукции, сезонности, нагрузки оборудования и пр. Все это возможно с передовой системой энергоменеджмента — b.data. Кроме того, она решает следующие вопросы:

- ▶ построение отчетов по энергопотреблению за различные временные промежутки времени с привязкой к месту возникновения затрат (например, офисное помещение, цех и пр.);
- ▶ отчеты за различные промежутки времени с указанием количества выпущенных партий изделий, общего количества продукции

и разбивкой по технологическим участкам;

- ▶ отчеты по энергоносителям с привязкой к технологическому оборудованию и участкам;
- ▶ хранение данных за несколько лет с последующим их сопоставлением относительно времен года, объема выпущенной продукции и пр.;
- ▶ идентификацию оборудования, имеющего наибольшее энергопотребление с разбивкой по периодам. Целью является выделение областей/оборудования имеющего наибольшее энергопотребление, для понимания потерь и определения мер по снижению энергозатрат. Примером типичных областей могут быть: процессы, цеха, оборудование, здания и сооружения, различные системы обслуживания здания, исходные материалы, вода, различные сервисы (например, транспорт) и пр.;
- ▶ оценку потребления энергоресурсов в будущих периодах;
- ▶ определение путей для оптимизации энергопотребления. Для этой цели применяется различный инструментарий: анализ требуемого энергопотребления; энергоаудит; диаграммы Парето; оценка контрактов на приобретение энергоресурсов; пинч-анализ (метод исследования системы на энергоемкость), мониторинг производительности (включая EPI (energy performance

indicators) анализ) и многое другое. Причем показатели EPI могут, в свою очередь, также подразделяться на уровни, в зависимости от того, для кого они предназначены, например для руководства или для операторов техпроцесса.

Что немаловажно для современного производства, это позволяет быстро вносить различные модификации в систему по возможности без привлечения сторонних разработчиков. Действительно, зачем тратить деньги, когда простые изменения можно внести самостоятельно. Система b.data, обладая дружественным интерфейсом (рис. 4), спроектирована таким образом, что не требуется никакого программирования для того, чтобы запараметрировать систему, изменить алгоритмы пересчета и т.д.

Система может коммуницировать через OPC с уже установленными на заводе системами АСУ ТП, что делает ее платформонезависимой системой. Также предусмотрена отправка данных в различные ERP-системы, например SAP.

Система b.data широко внедрена уже на многих различных заводах, таких, как например, Opel, Audi, BMW, Pepsi, ряде молочных заводов (Obersteirische Molkerei) и многих других.

Применение b.data позволяет идти в ногу со временем и еще

больше снижать себестоимость продукции, издержки производства, а стало быть, увеличивать прибыль, повышать заработную плату и премии.

Резюмируя, еще раз хотелось бы подчеркнуть, что энергосбережение на заводе — это не только замена одних лампочек на другие и учет энергоресурсов с помощью коммерческих систем энергоучета, а постоянная работа по энергоаудиту с привлечением самых передовых разработок, с четким пониманием экономического эффекта и сроков окупаемости.

Давайте рассмотрим типичные вопросы, которые обычно задают об организации энергоменеджмента на предприятиях и работе с программой b.data.

**Вопрос:** Можно ли организовать энергоменеджмент с помощью таблицы Excel?

**Ответ:** Может быть, и можно, особенно если на заводе количество счетчиков ограничивается цифрой 3–4 (но это уже не энергоменеджмент). Можно также и вести бухгалтер тот же с помощью Excel. Можно даже в целях «оптимизации затрат» зайти в бухгалтерию и предложить это им. Но я бы не рисковал...

**Вопрос:** У нас стоит система АСУ ТП, на базе замечательной SCADA-системы ... XXX. Почему нельзя сделать все на ней?

**Ответ:** Для того чтобы вывести показания счетчиков, ее действительно более чем хватает. Но для экономического анализа (а мы ведь хотим действительно много сэкономить, а не просто блеснуть данными на совещании у директора) этого уже совершенно недостаточно. Но можно попробовать, правда, затраты в человеко-часах на разработку подобного программного решения гарантированно превысят стоимость любой специализированной системы на рынке.

**Вопрос:** Если мы установим программное обеспечение для энергоменеджмента, то когда оно окупится?

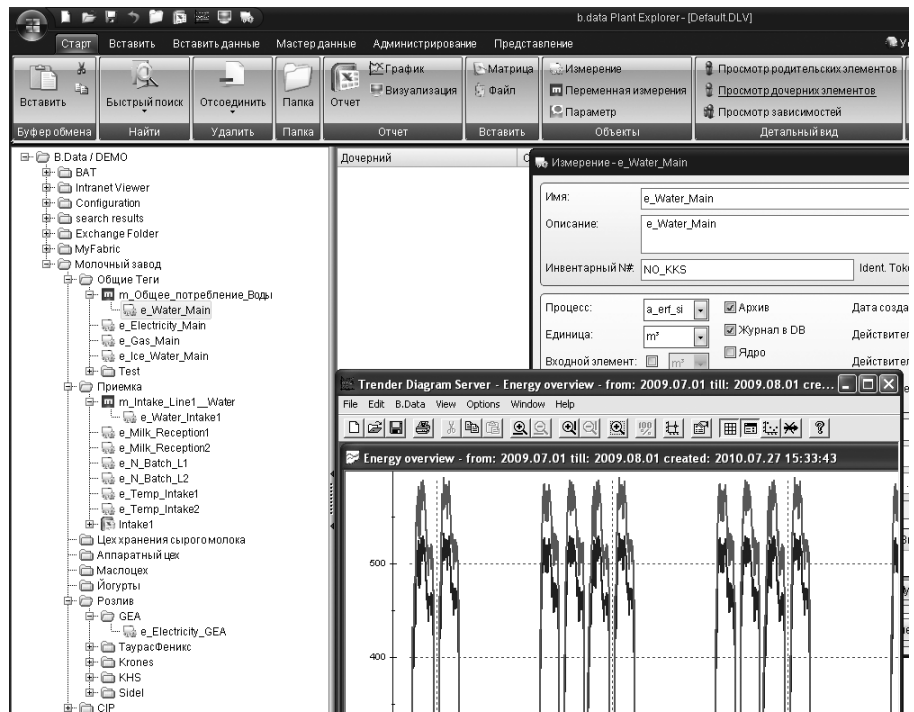


Рис. 4. Интерфейс программы по энергоменеджменту b.data

**Ответ:** Тема энергоменеджмента и энергосбережения выходит далеко за рамки только одного программного обеспечения, как, например, мультиметр у электрика. Когда он окупается, через сколько? Электрик просто без него работать не может, это его инструмент. А вы будете доверять врачу, который решит вас послушать без стетоскопа? Кашляйте громче, я и так все что нужно услышу! Поэтому данное программное обеспечение тоже является специализированным инструментом, который нужно правильно использовать. Сроки окупаемости энергосберегающих решений обычно от 1 года до 3 лет.

**Вопрос:** У нас в настоящий момент есть много устаревшего оборудования, с которого невозможно получить данные в автоматическом режиме — стрелочные индикаторы и пр. Как быть в этом случае?

**Ответ:** В системе предусмотрены различные способы ввода данных как раз для таких случаев. Например, ввод данных вручную в компьютере, через сотовый телефон, удаленно через WEB и пр. Но

для того, чтобы уйти от человеческого фактора, нужно модернизировать системы учета. Обратите внимание на шкаф с приборами учета на одном из молочных заводов, приведенный в качестве примера в начале статьи.

**Вопрос:** На нашем заводе сложился уникальный коллектив. Некоторые члены этого коллектива весьма «творческие» люди и у них вполне может возникнуть желание «подкрутить» некоторые цифры в отчетах, чтобы не расстраивать других работников и не отвлекать людей от более важных вопросов. Есть ли возможность избежать когнитивного диссонанса в головах этих сотрудников при творческом подходе к формированию отчетности?

**Ответ:** Да, конечно, есть! В системе предусмотрены различные способы ее формирования, как в ручном режиме с возможностью внесения изменений, так и в автоматическом с получением результата в формате pdf (который уже нельзя поменять), распечаткой, отправкой по электронной почте всем заинтересованным лицам и пр.