

**Для цитирования:** Ю.С. Труфанов. Разработка автоматизированных балансовых схем товарно-сырьевых парков нефтеперерабатывающего завода. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2021; 48 (2): 50-59. DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-2-50-59

**For citation:** Yu. S. Trufanov. Development of automated balance flow-sheets in refinery commodity and feedstock depots. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2021; 48 (2): 50-59. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-2-50-59

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT**

**УДК 65.011.4**

**DOI: 10.21822/2073-6185-2021-48-2-50-59**

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ БАЛАНСОВЫХ СХЕМ ТОВАРНО-СЫРЬЕВЫХ ПАРКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА**

**Ю.С. Труфанов**

Самарский государственный технический университет,  
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Россия

**Резюме. Цель.** Целью исследования является разработка автоматизированных балансовых схем в товарно-сырьевых парках (ТСП). **Метод.** Применены методы моделирования балансовых схем товарно-сырьевых парков с учетом схем перемещения и отгрузки нефтепродуктов. **Результат.** Приводятся характерные для нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) примеры автоматизированных балансовых схем товарно-сырьевых парков с описанием технологических процессов или процессов отгрузки нефтепродуктов. Показаны процессы автоматизации отгрузки железнодорожным, автомобильным, водным транспортом, а также отгрузка по средствам трубопроводов. Графически показываются оперативные и суточные сводки по балансовым объектам, таким как резервуар или группа резервуаров (товарная группа). Приводится пример автоматизированного диспетчерского листа, формирующегося на основе соответствующих автоматизированных балансовых схем. **Вывод.** Внедрение автоматизированных балансовых схем для всех значимых объектов производства на НПЗ, в частности в ТСП, позволит обеспечить наглядность и прозрачность сведений по балансовому объекту, которые впоследствии используются для сведения баланса по предприятию в целом.

**Ключевые слова:** товарно-сырьевой парк, производственный учет, материальный баланс, резервуар, поток нефтепродуктов, балансовый объект

**DEVELOPMENT OF AUTOMATED BALANCE FLOW-SHEETS IN REFINERY  
COMMODITY AND FEEDSTOCK DEPOTS**

**Yu. S. Trufanov**

Samara State Technical University,  
244 Malogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia

**Abstract. Objective.** Development of automated balance flow-sheets in commodity and feedstock depots. **Methods.** Methods for modelling balance flow-sheets of commodity and feedstock depots, taking into account petroleum products movement and shipping plans, were applied. **Results.** Examples of automated balance flow-sheets of commodity and feedstock depots specific to refineries are given with the description of technological processes or oil product shipment processes. Rail, road, water, and pipelines shipment automation processes are shown. Operational and daily summaries of balance objects, such as a tank or a group of tanks (commodity group), are graphically shown. An example of an automated dispatch sheet formed on the basis of corresponding automated balance flow-sheets is given. **Conclusion.** The implementation of automated flow-sheets for all significant production facilities at a refinery, in particular for commodity and feedstock depots, will ensure the visi-

*bility and transparency of information on balance objects, which is subsequently used to close a balance sheet for the enterprise as a whole.*

**Keywords:** *commodity and feedstock depot, production accounting, inventory balance, reservoir, flow of oil products, balance object*

**Введение.** На современных нефтеперерабатывающих предприятиях и заводах, не имеющих развитых автоматизированных систем расчета материального баланса (АСРМБ), или имеющих такие системы, но в них не реализован функционал визуализации балансовых объектов, существует разрыв в понимании и применении сведений (первичных и сводных), которые используются для формирования баланса производственных объектов и товарно-сырьевых парков (ТСП). Первичные данные, полученные с автоматизированных приборов или полученные методом ручных замеров, обрабатываются экономистами цехов, сводятся в общие (суточные) отчеты – «сводки», а затем еще раз пересматриваются для сопоставления полученных сведений с другими балансовыми объектами по всей цепочке производства [1]. Такой подход делает непрозрачным процедуру сбора, обработки и подготовки отчетности по балансу предприятия. Затруднительным оказывается понимание оперативным персоналом количественной оценки тех перемещений партий нефтепродуктов (производственных операций), которые они произвели за рабочую смену. Затруднительным также оказывается анализ соответствия и корректности данных по перемещению партий нефтепродуктов производственной службой предприятия.

**Постановка задачи.** Внедрение на всех этапах производства, на которых осуществляются производственные операции по перемещению партий нефтепродуктов, автоматизированных балансовых схем производственных объектов, в частности, в товарно-сырьевых парках, позволяет оперативному персоналу, производственной службе, экономистам цехов использовать одни и те же первичные производственные данные, анализировать оперативный и суточный баланс производственного объекта сформированный автоматически, определять причины, повлиявшие на баланс, а также оперативно выявлять отказы автоматизированных приборов или грубые ошибки при ручном определении перемещённых количеств нефтепродуктов.

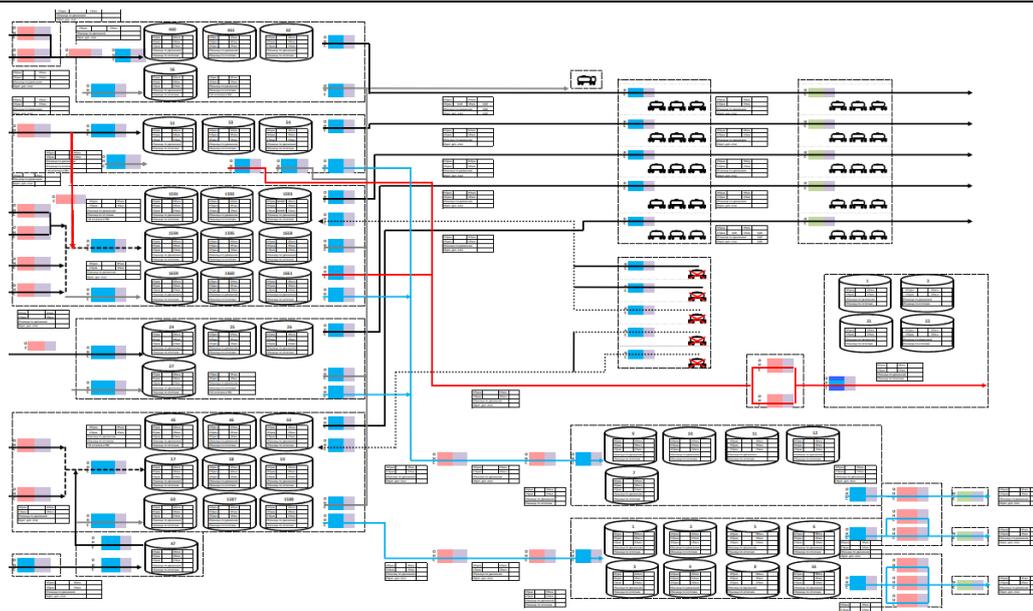
**Методы исследования.** Разработка автоматизированных балансовых схем товарно-сырьевых парков.

ТСП по производственным операциям характеризуются тем, что, кроме количества принятого и откачанного (отгруженного) нефтепродукта, большое значение имеет необходимость четкой фиксации остатков нефтепродуктов [2, 13, 14, 15]. Остатки фиксируются в каждом резервуаре ТСП, затем вычисляются остатки по группам нефтепродуктов или резервуаров, а также по парку в целом. Для дополнительной информации читателя оговоримся, что для технологических установок остаток также может быть вычислен, но это величина, которая в штатном режиме работы установки из суток в сутки неизменная, поэтому, как правило, сначала анализируется информация о том, что могли быть изменения в режиме работы установки, и только потом анализируется, как это могло повлиять на остаток.

Наибольший интерес для производственной и экономической службы представляют, разумеется, товарные парки и парки, из которых происходит отгрузка или приемка нефтепродуктов.

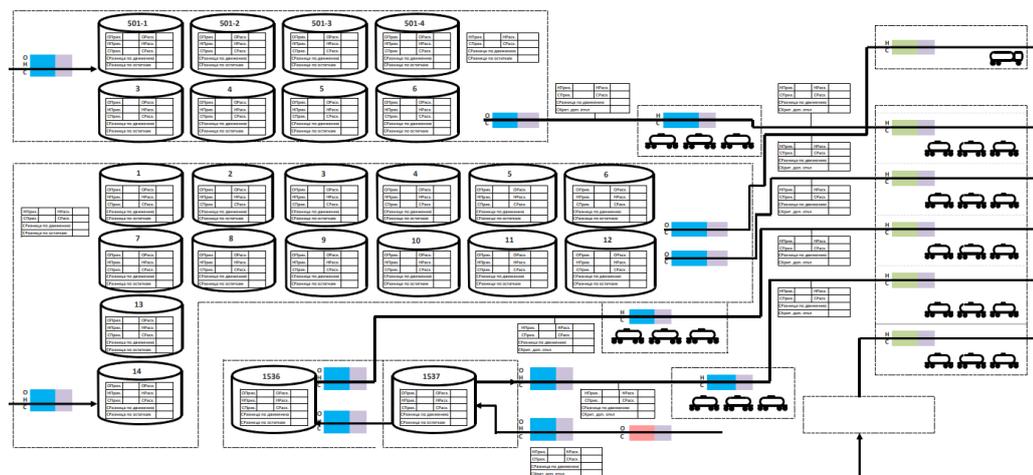
**Обсуждение результатов.** На рис. 1 представлена автоматизированная схема товарного парка, который получает с производства компоненты и готовые нефтепродукты и производит отгрузку трубопроводным, водным и железнодорожным транспортом.

На схеме, представленной на рис.1, видно, как отображаются отдельные резервуары, группы резервуаров, трубопроводы (линии откачки/закачки), а также оперативные и суточные счетчики, балансовые таблицы объектов схемы.



**Рис. 1. Схема движения нефтепродуктов в товарной группе резервуаров**  
**Fig. 1. Scheme of movement of petroleum products in the commodity group of tanks**

На схеме, представленной на рис. 2, отображается товарный парк, в котором также производится прием с производства и отгрузка товарной продукции, такой, как серная кислота, битумы и коксы. На этой схеме характерным является сравнение количеств нефтепродуктов, отгруженных из резервуаров и количеств нефтепродуктов, прошедших через железнодорожные или автомобильные весы.



**Рис. 2. Схема отгрузки нефтепродуктов через железнодорожные весы**  
**Fig. 2. Scheme of shipment of oil products through railway scales**

Пропускная способность ТСП должна соответствовать суммарной выработке всех технологических установок, которые поставляют компоненты в ТСП.

Так, допустимый объем продукции, которую может принять ТСП, равен разнице свободной емкости парка и всех входных потоков в единицу времени, такая оценка позволит определить время, которое ТСП сможет принимать компоненты с технологических установок без отгрузки. Автоматизированные балансовые схемы кроме прочего призваны помогать решать и эту задачу.

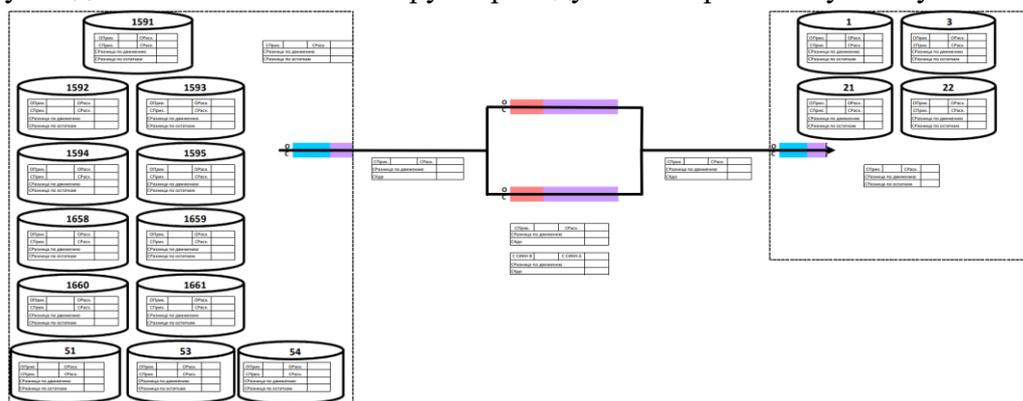
Контрольные сопоставления количеств нефтепродуктов «по резервуарам» и «по весам» также должны отображаться на схеме для их оперативного контроля. Для помощи оперативному персоналу и производственной службе правильным будет показывать не только разницу между двумя количествами, но еще и допустимую разницу, вычисленную по критериям допустимых отклонений [1]. Это вызвано тем, что оперативный персонал и производственная служба могут не владеть метрологическим инструментарием и знаниями о применяемых измери-

тельных устройствах и погрешности, чтобы рассчитать это значение самостоятельно. Да и подобный расчет по каждому интересующему трубопроводу в требуемые моменты времени может быть затруднительным. Автоматизация таких расчетов, как раз, и призвана предоставить оперативному персоналу больше сведений об операциях без дополнительных временных затрат и прочих сложностей.

Практически все товарно-сырьевые резервуарные парки НПЗ получают и отгружают продукцию по трубопроводам. Также трубопроводы используются для внутренних перемещений нефтепродуктов между резервуарами в ТСП. Внутренние трубопроводы в ТСП (например, трубопровод закачки, откачки, циркуляции резервуара), как правило, не оснащаются приборами учета перемещенных количеств нефтепродуктов, связано это с целым рядом факторов. Таковыми факторами является большое количество таких трубопроводов, сложность их конфигурации, залегание под землёй, обилие запорной и регулирующей арматуры, невозможность выполнить условия монтажа измерительного устройства и т.д. Изменение количества перемещенного нефтепродукта в таких трубопроводах проводят либо «по резервуару», например, с применением «виртуального расходомера» [3], либо по приборам учета, установленным на трубопроводах закачки или откачки нефтепродукта в парк, или группу резервуаров. Для использования второго варианта измерений необходимо особое внимание уделять «единственности» схемы распределения потоков, так чтобы гарантировалось, что всё количество нефтепродукта, проходящее через, например, трубопровод закачки, на котором установлен прибор учета, попадает в интересующий «внутренний» трубопровод.

Трубопроводы же, по которым в ТСП нефтепродукты поступают с производства и трубопроводы, по которым производится отгрузка потребителю или перекачка на другой объект производства (на технологическую установку или другой ТСП), к внутренним не относятся. Часто трубопроводы, по которым производятся получение в ТСП нефтепродуктов, называют потоками или входными потоками. Трубопроводы, по которым происходит отгрузка, называют трубопроводами отгрузки.

Разумеется, требования к точности и метрологическому обеспечению приборов учета на входных потоках и на трубопроводах отгрузки разные. На входных потоках используются приборы учета промышленного класса точности. На трубопроводах отгрузки, если не предусмотрен другой вид измерения, используются коммерческие узлы учета. На рис. 3 представлена схема отгрузки дизельного топлива по трубопроводу с коммерческим узлом учета.



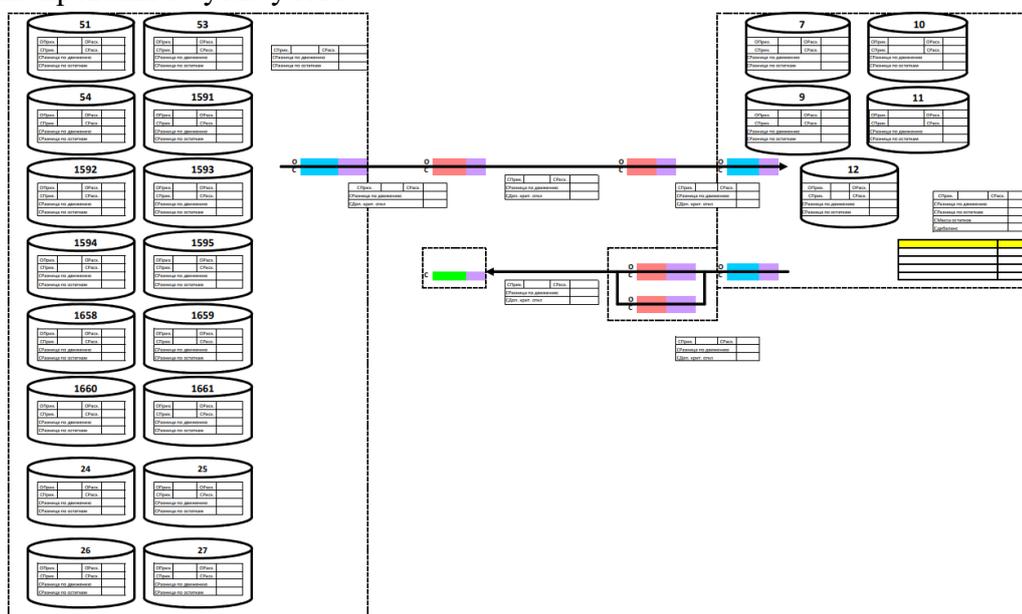
**Рис. 3. Схема отгрузки дизельного топлива трубопроводным транспортом**  
**Fig. 3. Scheme of shipment of diesel fuel by pipeline**

Коммерческие узлы учета [12] имеют более высокий класс точности, чем промышленные измерительные устройства. «Активирование» количеств нефтепродуктов, перекачанных по трубопроводам отгрузки через узел учета, происходит по показаниям узла учета. Отображение оперативной и суточной информации на автоматизированных балансовых схемах при отгрузке нефтепродуктов через узел учета крайне важно для подразделений предприятия, которые подписывают акты сдачи приемки нефтепродукта, так как узлы учета являются как бы «границами баланса предприятия» - после них учет не ведется, баланс не сводится и предприятие как бы

существует «от узла и до узла».

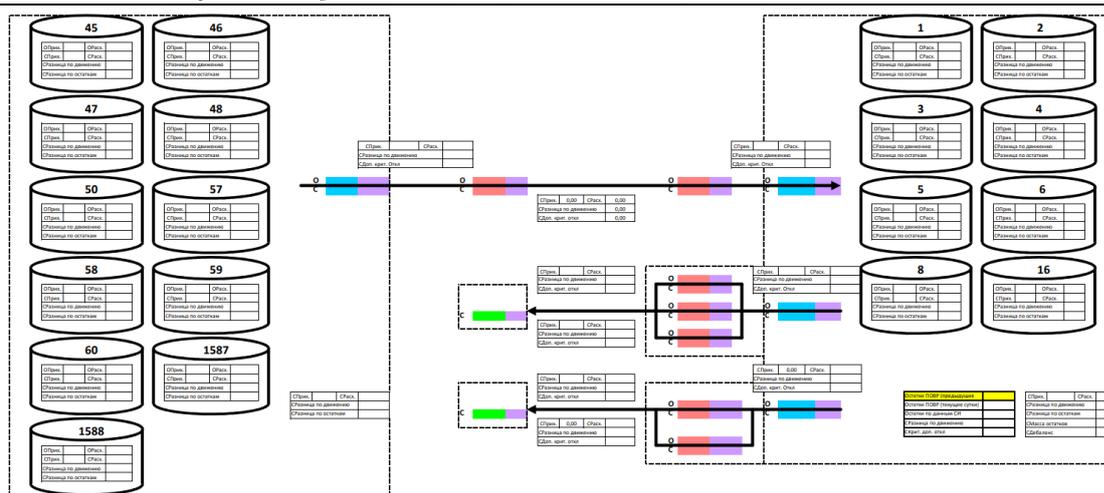
Отгрузка нефтепродуктов водным транспортом используется на НПЗ и нефтебазах, разумеется, при наличии водных ресурсов, по которым возможна транспортировка нефтепродуктов, и имеется вся необходимая для этого инфраструктура. Как правило, отгружаются следующие нефтепродукты: судовое маловязкое топливо, дизельное топливо и мазут. Учет при такой отгрузке может быть организован различными способами. «По танкам» - определение количества отгруженного нефтепродукта производится косвенным методом статических измерений, по градуировочной таблице танков нефтяного танкера. «По резервуарам» - определение количества отгруженного нефтепродукта производится косвенным методом статических измерений, по градуировочной таблице резервуаров ТСП. «По узлу учета» - определение количества отгруженного нефтепродукта производится прямым методом динамических измерений по массомерам узла учета.

На рис. 4 и 5 представлены автоматизированные схемы отгрузки дизельного топлива и мазута водным транспортом. Эти автоматизированные балансовые схемы характерны тем, что на них при хорошем уровне учета могут быть отображены все три вида учета, по все цепочке отгрузки «по резервуарам» - «по узлу учета» - «по танкам». В таком случае данные отгрузки будут зафиксированы с «узла учета».



**Рис. 4. Схема отгрузки дизельного топлива водным транспортом**  
**Fig. 4. Scheme of shipment of diesel fuel by water transport**

На подобных схемах правильно отображать также ТСП предприятия, которые являются источником для ТСП, с которого непосредственно производится отгрузка. Связано это с тем, что в отличие от, например, наливных эстакад железнодорожного транспорта, нефтеналивные терминалы и базы для отгрузки «на воду», как правило, достаточно удалены от основного производства. Связано это с тем, что, как правило, НПЗ строятся на расстоянии от рек и морей. Соответственно, линия (трасса) трубопроводов, идущая от основного предприятия в ТСП, из которого происходит отгрузка водным транспортом, может иметь длину в несколько километров. При такой протяженности сами трубопроводы становятся емкостью с достаточно значимым количеством нефтепродукта, а следовательно, для контрольных сопоставлений даже приблизительная оценка баланса трубопроводов может быть полезна, так как позволяет определить, например, участок производства, на котором возможны несанкционированные потери. Отгрузка и транспортировка нефтепродуктов водным транспортом является источником не идентифицированных потерь, наряду с другими видами отгрузки и транспортировки.



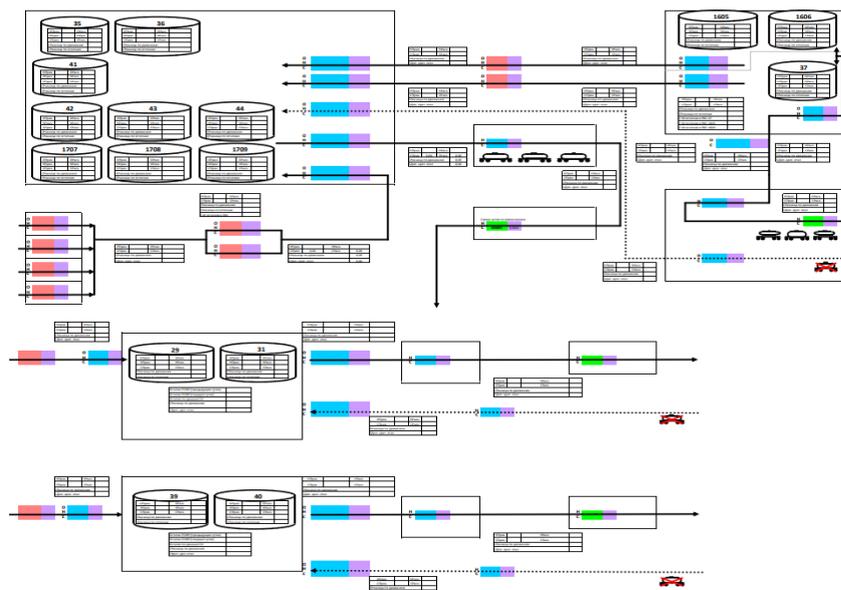
**Рис. 5. Схема отгрузки мазута водным транспортом**  
**Fig. 5. Scheme of shipment of fuel oil by water transport**

Существуют товарные нефтепродукты, для которых смешение (компаундирование), а простым языком, «приготовление товарного продукта» происходит непосредственно в резервуарах ТСП. Примером этого может быть такой нефтепродукт как бензин. На момент написания настоящей статьи на Российских НПЗ, в основном, готовят бензины с маркой А-92 и А-95 с требуемым классом по содержанию вредных частиц в выхлопе, например, Евро-4 или Евро-5. Процесс компаундирования подразумевает под собой равномерное смешение нескольких компонентов и присадок бензина для получения в товарном продукте требуемых свойств. Процесс и учет процесса компаундирования описан в [4].

Для описания автоматизированных балансовых карт бензин интересен тем, что компоненты, из которых он готовится впоследствии, могут поступать в ТСП с технологических установок как в разные резервуары и потом смешиваться, так и в один резервуар поочередно, а там, после получения результатов анализа дополняться небольшими количествами компонентов и смешиваться в резервуаре.

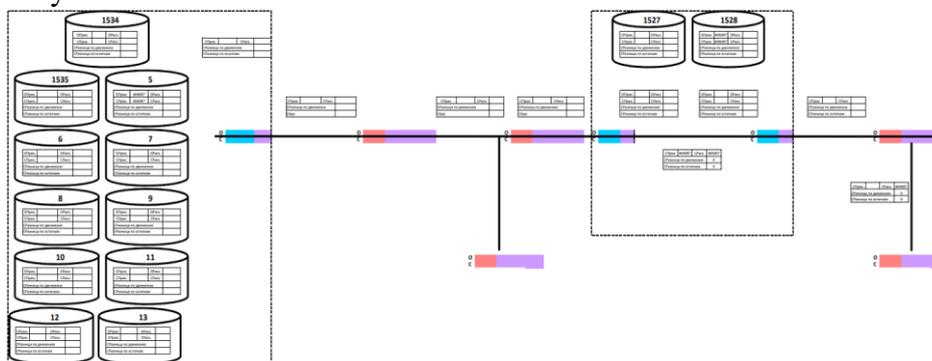
Также интересно, что при приготовлении бензинов применяются высокооктановые присадки, которые, как правило, поступают по железной дороге от внешнего поставщика. Высокооктановые присадки принимаются и хранятся в отдельных резервуарах ТСП, и вовлекаются в резервуар с компонентами непосредственно при приготовлении товарного продукта. Высокооктановые присадки – это самые дорогие компоненты товарного бензина, поэтому отображение части схемы, на которой отображается их откачка из железнодорожных цистерн, закачка в резервуары для хранения, а также отображение линий, по которым присадка вовлекается в приготовление, крайне желательна для полноты и информативности автоматизированной балансовой схемы (рис. 6).

На нефтеперерабатывающих заводах в процессе переработки нефти образуется ловушечный продукт. [5]. Источниками для образования ловушечного продукта служат технологические установки, товарно-сырьевые парки, сливные/наливные эстакады и прочие производственные объекты. В основном нефтепродукты, из которых впоследствии будет получен ловушечный продукт, попадают в промышленную канализацию из-за дренирования оперативным персоналом аппаратов, трубопроводов и оборудования на технологических установках, и дренированием («подрезанием») резервуаров в ТСП.



**Рис. 6. Схема отгрузки бензина**  
**Fig. 6. Scheme of shipment of gasoline**

Далее, эмульсия, содержащая ловушечный продукт улавливается в нефтеловушках (бетонных резервуарах специальной конструкции) из промышленной канализации. Затем происходит очистка через фильтры, и эмульсия, содержащая ловушечный продукт, попадает в резервуары резервуарного парка, где отстаивается для разделения слоев жидкости с высоким и низким содержанием нефтепродуктов. Для материального баланса значимы резервуары, в которых уже завершены процедуры отстоя эмульсии, вода из резервуара отведена и ловушечный продукт «готов». На рис. 7 приведена схема учета ловушечного нефтепродукта при его хранении и вовлечении в мазут.



**Рис. 7. Схема учета ловушечного нефтепродукта**  
**Fig. 7. Scheme for metering trap oil product**

«Готовый» ловушечный продукт учитывается при хранении и движении по средствам пооперационного учета, также могут быть отображены и оперативные значения перемещаемых количеств, но, как правило, ловушечные резервуары не оснащаются автоматизированными измерительными устройствами КИПиА. При вовлечении же ловушечного продукта в мазут, используются сведения от резервуаров ТСП приготовления мазута [10]. Уровень автоматизации ТСП мазута, как правило, позволяет оперировать как с суточными, так и с оперативными сведениями.

Автоматизированные балансовые схемы производственных объектов — это эффективное средство контроля отклонений при перемещении нефтепродукта за интересующий период, например, за предыдущие балансовые сутки. Балансовые сутки длятся 24 часа, но начинаются, как правило, не в 00:00, а, например, в 05:00, связано это с желанием крупных компаний, имеющих предприятия в разных часовых поясах свести общий баланс на одно и то же время.

Первичной информацией для получения сведений по движению нефтепродуктов и ком-

понтентов в ТСП за сутки являются результаты пооперационного учета [2]. То есть, фиксация каждой операции по перемещению методом замеров резервуаров на начало и конец операции [6, 7, 11]. А также учет «переходящих» операций. Далее эти операции необходимо учесть за интересующий период и по интересующим резервуарам, группам резервуаров, ТСП в целом.

На рис. 8 приводится пример автоматизированного диспетчерского листа по ТСП. В нем для каждого резервуара фиксируются сведения о состоянии и параметрах резервуара на начало/конец балансовых суток, все производственные операции по закачке/откачке, а также сведения «по двухчасовкам». Сведения «по двухчасовкам» - это сведения о состоянии и параметрах резервуара на конкретные моменты времени с интервалом 2 часа.

Уровень залива в резервуарах в мм, по часам															На начало периода				На конец периода													
Резервуар	Тип исх/ № пас	Назв. продукта	1:00	3:00	5:00	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00	Темп., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	1:00	Темп., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	1:00	Темп., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн						
11 (ТСП)	Нефть	Нефть	9446	10543	11653	12752	12395	11279	10199	9087	8050	7076	6120	6744	7845	862,2000	20	6,1	11816,03	10304,2	863,2000	20	5,5	9811,806	8570,259							
	Дата нач. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Дата ок. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Изм. массы, тн																	
	**Принял	01.03.2011 1:00	9446	862,2	20	6,1	11816,03	01.03.2011 7:42	2328	862,2	20	4,4	16423,1																			
	Принял	01.03.2011 7:42	13126	862,2	20	4,4	16423,1	01.03.2011 21:14	6047	863,2	20	5,7	7561,907																			
	*Расход	01.03.2011 21:14	6047	863,2	20	5,7	7561,907	02.03.2011 1:00	7845	863,2	20	5,5	9811,806																			
															Итого по резервуару	597,1159	7705,096	-1733,94	-1733,94													
22 (ТСП)	Нефть	Нефть	10559	9521	8400	7273	7593	8699	9349	9349	9349	9349	9349	8758	8207	862,7000	20	6,5	13197,2	11520,99	862,2000	20	6,4	10246,31	8912,89							
	Дата нач. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Дата ок. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Изм. массы, тн																	
	**Расход	01.03.2011 1:00	10559	862,7	20	6,5	10671,98	01.03.2011 7:42	6881	859,7	20	6,5	8593,286																			
	Принял	01.03.2011 7:42	6881	859,7	20	6,5	8603,266	01.03.2011 14:23	9348	860,2	20	6,1	11680,98																			
	*Расход	01.03.2011 21:07	9347	860,2	20	6,1	13650,54	02.03.2011 1:00	9300	860,2	20	6,4	10246,31																			
															Итого по резервуару	2693,124	5290,105	-2596,98	-2596,98													
33 (ТСП)	Нефть	Нефть	6008	6038	6037	6036	6032	6029	6027	6025	6027	6028	6029	6031	6032	865,7000	20	41,5	7519,57	6383,999	865,7000	20	35	7548,371	6423,574							
44 (ТСП)	Нефть	Нефть	5	11	11	11	5	5	5	5	5	5	5	5	860,0000	20		0,465	0,8065	860,0000	20		0,465	0,8065								
55 (ТСП)	Нефть	Нефть	7043	7043	7042	7042	6844	6445	5998	5566	5046	5201	6392	7573	8730	869,2000	20	4,8	8799,704	7742,72	871,2000	20	5,6	10911,48	9616,295							
	Дата нач. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Дата ок. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Изм. массы, тн																	
	Расход	01.03.2011 7:56	7040	869,2	20	4,6	10671,98	01.03.2011 17:42	4857	869,7	20	4,4	6064,954																			
	*Принял	01.03.2011 17:48	4858	869,7	20	4,4	8693,266	02.03.2011 1:00	8730	871,2	20	5,6	10911,48																			
															Итого по резервуару	4274,043	2399,46	1874,583	1873,573	-1,00855												
99 (ТСП)	Нефть	Нефть	8555	8024	7576	7167	6950	6898	7005	8114	9223	10329	10942	10362	9686	867,7000	20	5,9	10671,98	9366,058	868,0000	20	5,8	12083,13	10549,23							
	Дата нач. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Дата ок. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Изм. массы, тн																	
	**Расход	01.03.2011 1:00	8555	807,7	20	5,9	10671,98	01.03.2011 11:30	6897	870	20	4,8	8603,265																			
	Принял	01.03.2011 12:30	6897	870	20	4,9	8603,266	01.03.2011 20:30	10942	863	20	5,2	13650,54																			
	*Расход	01.03.2011 21:05	10942	863	20	5,2	13650,54	02.03.2011 1:00	9686	863	20	5,8	12083,13																			
															Итого по резервуару	4347,279	3163,62	1183,755	1183,171	-4,58295												
110 (ТСП)	Нефть	Нефть	4643	4643	4642	4643	4661	5634	6874	8117	9365	9035	8440	8137	7851	871,2000	20	1,4	5776,665	5107,918	867,5000	20	6,3	9786,2	8578,723							
	Дата нач. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Дата ок. опер.	Уровень, мм	Плотн., кг/м <sup>3</sup>	Темп. лк., °С	Темп. тк., °С	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, тн	Изм. массы, тн																	
	Принял	01.03.2011 8:00	4642	871,2	20	0,5	5775,284	01.03.2011 9:00	4661	870	20	0,9	5799,041																			
	Принял	01.03.2011 9:00	4651	870	20	0,9	5799,041	01.03.2011 17:40	9412	867,5	20	6,4	11727,57																			
	*Расход	01.03.2011 17:41	9412	867,5	20	6,4	11727,57	02.03.2011 1:00	7851	867,5	20	6,3	9786,2																			
															Итого по резервуару																	
															Итого по Нефть																	

Рис. 8. Пример диспетчерского листа ТСП  
 Fig. 8. An example of a dispatcher list of RTP

Автоматизированный диспетчерский лист является средством, как отображения набора и параметров операций, так и средством подведения оперативного и суточного баланса конкретного ТСП. Это тот объем первичной информации, за который отвечает оперативный персонал ТСП. После того, как оперативный персонал получит и оценит суточный баланс своего производственного объекта, эти сведения передаются экономисту для сведения баланса между другими производственными объектами и далее по предприятию в целом [8, 9].

**Вывод.** Процесс формирования материального баланса сложен и состоит из множества операций. Внедрение автоматизированных балансовых схем для всех значимых объектов производства на НПЗ, в частности в ТСП, позволит обеспечить наглядность и прозрачность сведений по балансовому объекту, которые впоследствии используются для сведения баланса по предприятию в целом.

Уровень автоматизации при формировании автоматизированной балансовой схемы может быть любым – от полного «автомата» до ввода первичных производственных данных вручную оперативным персоналом или экономистами цехов в производственные системы класса АСОДУ или АСРМБ.

На практике применяется комбинированный подход, когда есть и те, и другие данные. Идентификация метода получения данных по производственным потокам на балансовой схеме, то есть обеспечение возможности для производственной службы видеть, какие данные и как получены, также является положительным эффектом от использования автоматизированных балансовых схем. Это предоставляет производственной службе возможность учитывать необходимую информацию при анализе баланса балансового объекта, а также при планировании дооснащения балансовых объектов приборами учета и автоматизированными системами.

Оценка пропускной способности и допустимого объема продукции, который может принять парк, также должна быть реализована в автоматизированных балансовых схемах и предоставляет оперативному персоналу дополнительные сведения.

**Библиографический список:**

1. Trufanov Y., Mitroshin V. The Criterion of Permissible Deviations Accounting Batches of Petroleum Products. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 753. 082019. 10.1088/1757-899X/753/8/082019.
2. Труфанов Ю.С. Пооперационный учёт количества нефтепродуктов в товарно-сырьевых парках. / Ю.С. Труфанов // "Вестник Науки. Сборник статей по материалам VI международной научно-практической конференции. Актуальные вопросы в науке и практике". 2018. Часть 3(4). С. 114-124.
3. Труфанов Ю.С. О функционале качества специализированного программного обеспечения учета движения массы нефтепродуктов в товарно-сырьевых парках./ Ю.С. Труфанов // Вестник СамГТУ. 2018. № 1. С. 38-46.
4. Гуреев А.А., Жоров Ю.М., Смидович Е.В. Производство высокооктановых бензинов. / А.А. Гуреев, Ю.М. Жоров, Е.В. Смидович. // М.: Химия, 1981. 224 с., ил.
5. Кудинов А.В., Федотов К.В., Рябов В.Г., Журавлев А.В., Братчиков В.В. Рациональное использование ловушечных нефтепродуктов. / А.В. Кудинов, К.В. Федотов, В.Г. Рябов, А.В. Журавлев, В.В. Братчиков // В кн.: Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Химическая технология и биотехнология, №12, Пермь, 2011 г.
6. Закожурников, Ю.А. Хранение нефти, нефтепродуктов и газа: учебное пособие для СПО/ Закожурников Ю.А. – Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2010. 432 с: илл.
7. Труфанов Ю.С. Математическая модель количества нефтепродукта в резервуарном парке/ Ю.С. Труфанов // Научно-технический Вестник ОАО "НК "Роснефть". 2015. № 1. С. 73-75.
8. Копысицкий Т.И., Рзаев Ю.Р. Сведение и оценка точности материального баланса на технологических установках НПЗ // Нефтепереработка и нефтехимия. 2012. № 11. с. 3.
9. Труфанов Ю.С. Повышение достоверности материального баланса НПЗ путем моделирования количества нефтепродукта в резервуарных парках//Бурение и нефть. 2015. № 11. С. 31.
10. Труфанов Ю.С. Динамическое определение количества и потенциала топлива в резервуарном парке./ Ю.С. Труфанов //Вестник СамГТУ. 2017. № 3. С. 188-191.
11. Труфанов Ю.С. Всероссийский конкурс «Новая идея» на лучшую научно-техническую разработку среди молодежи предприятий и организаций топливно-энергетического комплекса. Материалы конкурса – М., ФГАОУ ДПО «ИПК ТЭК», 2015. С. 172-181.
12. Годнев А.Г., Зоря Е.И., Несговоров Д.А., Давыдов Н.В. Коммерческий учет товарных потоков нефтепродуктов автоматизированными системами. / А.Г. Годнев, Е.И. Зоря, Д.А. Несговоров, Н.В. Давыдов. Учебное пособие. М.: Макс пресс, 2008. 430 с.
13. ГОСТ 2517-85: Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб.
14. ГОСТ Р 51069-97 Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.
15. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.

**References:**

1. Trufanov Y., Mitroshin V. The Criterion of Permissible Deviations Accounting Batches of Petroleum Products. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 753. 082019. 10.1088/1757-899X/753/8/082019.
2. Trufanov YU.S. Pooperatsionnyy uchot kolichestva nefteproduktov v tovarno-syr'yevykh parkakh. / YU.S. Trufanov // "Vestnik Nauki. Sbornik statey po materialam VI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Aktual'nyye voprosy v nauke i praktike". 2018. Chast' 3(4). S. 114-124. [Trufanov Y. S. 2018 Operative Accounting of the Amount of Petroleum Products in Commodity Parks (Bulletin of Science. Collection of articles based on the VI International Scientific Practical Conference. Current issues in science and practice) Part 3(4) pp. 114-124 (In Russ)]
3. Trufanov YU.S. O funktsionale kachestva spetsializirovannogo programmnoo obespecheniya ucheta dvizheniya massy nefteproduktov v tovarno-syr'yevykh parkakh./ YU.S. Trufanov // "Vestnik SamGTU ". 2018. № 1. S. 38-46. [Trufanov Y S 2018 About the Functionality of the Quality of Specialized Software for Recording the Movement of the Mass of Petroleum Products in Commodity Parks (Bulletin of Samara State Technical University) No. 1 pp. 38-46 (In Russ)]
4. Gureyev A.A., Zhorov YU.M., Smidovich Ye.V. Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov. / A.A. Gureyev, YU.M. Zhorov, Ye.V. Smidovich. // М.: Khimiya, 1981. 224 s., il. [Gureev A.A., Zhorov Yu.M., Smidovich E.V. Production of high-octane gasolines. / A.A. Gureev, Yu.M. Zhorov, E.V. Smidovich. // M : Chemistry, 1981 . 224 p. (In Russ)]
5. Kudinov A.V., Fedotov K.V., Ryabov V.G., Zhuravlev A.V., Bratchikov V.V. Ratsional'noye ispol'zovaniye lovushechnykh nefteproduktov. // V kn.: Vestnik Perms. nats. issled. politekhn. un-ta. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya, №12, Perm', 2011 g. [Kudinov A.V., Fedotov K.V., Ryabov V.G., Zhuravlev A.V., Bratchikov V.V. Rational use of trapped oil products. / A.V. Kudinov, K.V. Fedotov, V.G. Ryabov, A.V. Zhuravlev, V.V. Bratchikov // In the book: Bulletin perm national research polytechnic university. Chemical technology and biotechnology, No. 12, Perm, 2011(In Russ)]

6. Zakozhurnikov, YU.A. Khraneniye nefi, nefteproduktov i gaza: uchebnoye posobiye dlya SPO/ Zakozhurnikov YU.A. Volgograd: Izdatel'skiy Dom «In-Folio», 2010. 432 s: ill. [Zakozhurnikov Y A 2010 Storage of Oil, Petroleum Products and Gas (A Manual for Open Source Software, Izdatelskiy Dom “In-Folio”, Volgograd). (In Russ)]
7. Trufanov YU.S. Matematicheskaya model' kolichestva nefteprodukta v rezervuarnom parke/ YU.S. Trufanov // Nauchno-tehnicheskii Vestnik OAO “NK “Rosneft”. 2015. № 1. S. 73-75. [Trufanov Y. S. 2015 Mathematical Model of the Amount of Oil in the Tank Farm (Scientific and Technical Bulletin of OJSC “NK Rosneft”) No. 1 pp. 73-75(In Russ)]
8. Kopytskiy T.I., Rzayev YU.R. Svedeniye i otsenka tochnosti material'nogo balansa na tekhnologicheskikh ustanovkakh NPZ // Neftepererabotka i neftekimiya. 2012. № 11. s. 3. [Kopytskiy T I, and Rzaev Y R 2012 Reduction and Assessment of the Accuracy of the Material Balance at Process Plants Refineries (Oil refining and petrochemistry) No. 11, 3(In Russ)]
9. Trufanov YU.S. Povysheniye dostovernosti material'nogo balansa NPZ putem modelirovaniya kolichestva nefteprodukta v rezervuarnykh parkakh./ YU.S. Trufanov // “Bureniye i nefi”. 2015. № 11. S. 31. [Trufanov Y. S. 2015 Improving the Reliability of the Material Balance of the Refinery by Modeling the Amount of Oil in Tank Farms (Drilling and oil) No. 11, 31(In Russ)]
10. Trufanov YU.S. Dinamicheskoye opredeleniye kolichestva i potentsiala topliva v rezervuarnom parke./ YU.S. Trufanov // “Vestnik SamGTU ”. 2017. № 3. S. 188-191. [Trufanov Y. S. 2017 Dynamic Determination of the Amount and Potential of Fuel in a Tank Farm (Bulletin of Samara State Technical University) No. 3 p.p 188-191(In Russ)]
11. Trufanov YU.S. Vserossiyskiy konkurs «Novaya ideya» na luchshuyu nauchno-tehnicheskuyu razrabotku sredi molodezhi predpriyatij i organizatsiy toplivno-energeticheskogo kompleksa. Materialy konkursa. M., FGAOU DPO «IPK TEK», 2015. S. 172-181. [Trufanov Y. S. 2015 Vserossiyskiy konkurs “Novaya ideya” na luchshuyu nauchno-tehnicheskuyu razrabotku sredi molodyogi, predpriyatij i organizatsiy toplivno-energeticheskogo kompleksa. (Proceedings of the competition, Moscow, FGAOU DPO “IPK TEK”) pp. 172-181(In Russ)]
12. Godnev A.G., Zorya Ye.I., Nesgovorov D.A., Davydov N.V. Kommercheskiy uchet tovarnykh potokov nefteproduktov avtomatizirovannyimi sistemami. / A.G. Godnev, Ye.I. Zorya, D.A. Nesgovorov, N.V. Davydov. Uchebnoye posobiye. M.: Maks press, 2008. 430 s. [Godnev A G, Zorya E I, Nesgovorov D A and Davydov N V 2008 Commercial Accounting of Commodity Flows of Petroleum Products by Automated Systems. Tutorial (Moscow, Max press). (In Russ)]
13. GOST 2517-85: Nefi' i nefteprodukty. Metody otbora prob. [State Standard 2517-85: Oil and petroleum products. Sampling methods (In Russ)]
14. GOST R 51069-97 Nefi' i nefteprodukty. Metod opredeleniya plotnosti, otnositel'noy plotnosti i plotnosti v gradusakh API areometrom. [State Standard P 51069-97 Oil and petroleum products. Method for determining density, relative density and API gravity with a hydrometer(In Russ)]
15. GOST 3900-85 Nefi' i nefteprodukty. Metody opredeleniya plotnosti. [State Standard 3900-85 Oil and petroleum products. Methods for determining the density(In Russ)]

**Сведения об авторе:**

Труфанов Юрий Сергеевич, соискатель, [trufanov@list.ru](mailto:trufanov@list.ru)

**Information about the author:**

Yuri S. Trufanov, applicant, [trufanov@list.ru](mailto:trufanov@list.ru)

**Конфликт интересов.**

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 21.04.2021.

Принята в печать 11.05.2021.

**Conflict of interest.**

The author declare no conflict of interest.

Received 21.04.2021.

Accepted for publication 11.05.2021.