

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАМИ)»
/УНИВЕРСИТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ/**

На правах рукописи

Рылов Михаил Андреевич

**Информационная система контроля качества
продукции на установке каталитического
риформинга бензина**

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (химическая технология;
нефтехимия и нефтепереработка; биотехнология)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Софиев Александр Эльхананович

Москва – 2015

Введение.....	6
Глава 1. Обзор современных систем усовершенствованного управления технологическими процессами (APC)	12
1.1. Анализ уровня автоматизации технологических процессов российских промышленных предприятий.....	12
1.2. Понятие APC систем.....	18
1.3. Поставщики	23
1.4. Краткое описание APC технологий основных поставщиков.	24
1.4.1. Aspen Technology.....	24
1.4.1.1. Полное наименование системы и ее модулей.....	24
1.4.1.2. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функциональность.....	28
1.4.2. Emerson Process Management.....	30
1.4.2.1. Полное наименование системы и ее модулей.....	30
1.4.2.2. Архитектура решения и описание реализованной функциональности	32
1.4.2.3. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функции системы 34	34
1.4.3. Honeywell	35
1.4.3.1. Полное наименование системы и ее модулей.....	35
1.4.3.2. Архитектура решения и описание реализованной функциональности	36
1.4.3.3. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функции системы 37	37
1.4.3.4. Наличие и возможности интеграции с решениями третьих сторон	38
1.4.3.5. Развитость пользовательского интерфейса	39
1.4.3.6. Состав серверного оборудования, необходимого для оптимальной работы ..	40
1.4.4. Invensys	40
1.4.4.1. Полное наименование системы и ее модулей.....	40
1.4.4.2. Наличие дополнительно поставляемых решений.....	43
1.4.5. Yokogawa/Shell Global Solutions	47
1.4.5.1. Основные продукты и области применения.....	47
1.4.5.2. Наличие дополнительных решений, расширяющих функции системы	51
1.5. Функциональность решений.....	53
1.6. Открытость и модульность APC решений, возможность постепенного наращивания систем.....	55
1.7. Особенности российских партнеров отдельных разработчиков.....	56

1.8.	Апробированность APC решений в России и странах СНГ	56
1.9.	Уровень локализации APC решений	57
1.10.	Методологическая оснащенность	58
1.11.	Лицензирование и стоимость APC продуктов и услуг	58
1.12.	Экономический эффект от внедрения	59
Глава 2.	Разработка алгоритма прогнозирования показателей качества нефтепродуктов	63
2.1.	Описание технологического процесса каталитического риформинга бензина	63
2.1.1.	Блок предварительной гидроочистки.....	71
2.1.2.	Блок стабилизации гидрогенизата	73
2.1.3.	Блок каталитического риформинга	75
2.1.3.1	Реакторное отделение с турбокомпрессором	75
2.1.3.2	Печное отделение и котел-утилизатор	78
2.1.4.	Блок стабилизации катализата	80
2.2.	Основные факторы, влияющие на процесс гидроочистки.....	81
2.3.	Основные факторы, влияющие на процесс риформинга.....	83
2.4.	Технологические процессы как объекты управления	84
2.4.1.	Технологические установки.....	84
2.4.2.	Параметры технологических процессов.....	85
2.4.3.	Решаемые задачи	87
2.4.4.	Управление выходом и качеством продуктов.....	87
2.4.5.	Специфика моделирования технологических процессов	88
2.5.	Факторные преобразования	89
2.5.1.	Постановка задачи.....	89
2.5.2.	Свойства факторных преобразований	90
2.6.	Прогнозирование и восстановление данных.....	93
2.6.1.	Определение количества предыстории, включаемых в модели	93
2.6.2.	Структура ошибок прогнозирования	95
2.6.3.	Показатели точности моделирования	96
2.6.4.	Восстановление отдельных данных и определение их достоверности в совокупности	97
2.7.	Построение модели установки каталитического риформинга бензина	97
Глава 3.	Нелинейная модель прогноза показателей качества нефтепродуктов	109
3.1.	Кластеризация данных.....	109
3.2.	Самоорганизующиеся карты Кохонена	110
3.2.1.	Структура сети	111

3.2.2.	Алгоритм обучения сети	112
3.3.	Работа модели в режиме «совет оператору»	114
3.4.	Построение нелинейной модели установки каталитического риформинга бензина ...	118
Глава 4.	Разработка системы прогнозирования качества продукции на основе данных единого информационного пространства предприятия	125
4.1.	Краткая характеристика объекта автоматизации.....	125
4.2.	Проблемы взаимодействия уровней оперативного управления производством НПЗ.....	126
4.3.	Единое информационное пространство.....	130
4.4.	Цели АСОУП.....	133
4.5.	Структура АСОУП.....	134
4.6.	Интеграция данных разнородных систем в единое информационное пространство предприятия.....	135
4.6.1.	Требования к внедряемой системе.....	135
4.6.1.1.	Требования к подсистеме сбора и передачи данных.....	135
4.6.1.2.	Требования к подсистеме хранения и обработки информации	136
4.6.1.3.	Требования к подсистеме представления информации	137
4.6.1.4.	Взаимосвязь со смежными системами	137
4.6.1.5.	Требования к режимам функционирования системы	138
4.6.2.	Принципы организации информационного пространства	138
4.6.2.1.	Модули для интеграции разнородных систем	142
4.6.2.1.1.	Интерфейсы сбора данных.....	142
4.6.2.1.2.	Ручной ввод данных.....	145
4.6.2.2.	Подсистема представление информации	147
4.6.2.2.1.	Представление информации в виде мнемосхем	151
4.6.2.2.2.	Представление информации в виде отчетов	152
4.6.2.3.	Подсистема инженерных вычислений	154
4.7.	Система моделирования качества продукции	156
4.8.	Реализация системы моделирования качества продукции	158
4.8.1.	Механизмы интеграции с PI System	159
4.8.1.1.	Получение данных из тега PI-сервера в LabVIEW	162
4.8.2.	Структура системы моделирования.....	166
4.8.2.1.	АРМ Конфигурирования	167
4.8.2.2.	Сервер моделирования	171
4.8.2.3.	АРМ Администратора.....	172
4.8.2.4.	АРМ Пользователя.....	173

4.9. Методика построения модели и контроля качества продукта для технологического процесса каталитического риформинга бензина	175
Основные результаты	182
Список литературы	184
Приложение №1. Краткая характеристика PI System	196
Приложение № 2. Модель процесса контроля качества.....	213
Приложение № 3. Значения технологических параметров, лабораторные данные по качеству и результаты моделирования.	218
Приложение № 4. Акты и грамоты.....	353

Введение

Актуальность темы диссертации. Одной из основных проблем, стоящих перед современной нефтеперерабатывающей промышленностью, отмеченной в "Энергетической стратегии России на период до 2030 года", является повышение качества основных видов нефтепродуктов и экономической эффективности их производства. Достижение данных целей возможно не только путем модернизации самих нефтеперерабатывающих установок, но и систем диспетчеризации, и управления технологическими процессами (ТП).

В большинстве случаев оперативное управление технологическими процессами осуществляется на основе сбора и первичной обработки данных АСУТП, а также лабораторных анализов продукции. Обеспечение постоянного контроля качества на всем цикле производства продукции позволяет выявить брак и устранить брак на ранней стадии производства и тем самым минимизировать издержки от потери качества. Кроме того это, обеспечит регулируемый выпуск однородной продукции.

К сожалению, результаты анализов, получаемые средствами заводских лабораторий, как правило, не обладают необходимой полнотой и оперативностью (один раз в смену или даже в сутки). Отсутствие информации по качеству, соответствующей текущему режиму технологического процесса, а также отсутствие точных количественных соотношений для корректного управления процессом, вынуждает операторов поддерживать режимы, обеспечивающие большой запас по качеству продуктов. Тем самым повышая расход сырья и энергии, и увеличивая стоимость конечного продукта.

Применение on-line анализаторов существенно повышает оперативность контроля нефтепродуктов. Но их недостатком является высокая стоимость и необходимость регулярного высококвалифицированного обслуживания.

Решение указанных проблем возможно при использовании модели процесса, которая позволит оперативно реагировать на изменение качества

сырьевых и продуктовых потоков. В работах Кафарова В. В., Гордеева Л. С., Дорохова И. Н., Дудникова Е.Г., Егорова А.Ф., Юркевича Е.В., и др. показана актуальность использования математических моделей ТП для таких задач и предложены различные подходы к их реализации. Данный подход получил распространение в системах усовершенствованного управления технологическими процессами (системах Advanced process control (APC)) [2, 4, 19, 20, 99].

Решения в области усовершенствованного управления технологическими процессами и оптимизации играют важную роль в достижении высоких показателей эффективности работы установок нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), в частности, увеличении рентабельности производства. Многие зарубежные нефтяные компании успешно используют эту технологию на большинстве своих основных нефтеперерабатывающих установках (Petronas, Ergon, Sterling Chemicals, ExxonMobil Chemical Company, Shell).

Следует отметить, что только интегрированный подход к оптимизации установок может обеспечить получение всех потенциальных выгод от усовершенствованного управления, и только всесторонние и проверенные на практике решения приводят к достижению желаемых результатов. Многие из предлагаемых сегодня на рынке APC решений нельзя в полной мере считать таковыми, что естественно ведет лишь к частичному решению проблем управления и оптимизации и, как следствие, к получению не всех потенциальных выгод.

К тому же большинство APC систем требует наличие строго определенных АСУТП на установке. Хочется также отметить, что нет ни одной широко известной отечественной APC системы.

Объектом исследования является установка каталитического риформинга бензина, для поддержания качества, продукции которого требуется определение значений ряда показателей качества в темпе с технологическим процессом.

Предмет исследования – информационная система контроля и прогнозирования показателей качества продуктов установки каталитического риформинга бензина.

Цель диссертационной работы заключается в разработке методического, алгоритмического и программного обеспечения для повышения эффективности функционирования установки каталитического риформинга бензина, путем регулярного прогноза качества получаемой продукции на основе человеко-машинной системы, обеспечивающей автоматизацию производства и интеллектуальную поддержку процессов управления.

В соответствии с данной целью были поставлены и решены следующие задачи:

1. Критический анализ современных методов и средств построения систем прогнозирования показателей качества, представленных на российском рынке, и оценка экономической эффективности таких систем;
2. Системный анализ установки каталитического риформинга бензина как объекта управления;
3. Разработка и реализация программно-алгоритмических решений, обеспечивающих совместимость и интеграцию различных систем, необходимых для прогнозирования показателей качества;
4. Разработка алгоритмов работы операторов с моделью прогнозирования качества;
5. Разработка на основе результатов системного анализа требований к визуализации информации для операторов;
6. Разработка модели прогнозирования октанового числа стабильного катализата;
7. Программная реализация специального математического обеспечения в виде пакета прикладных программ для построения модели прогнозирования качества нефтепродуктов.

Методы исследования. В работе использовались методы и алгоритмы построения экспертных систем, методы промышленной технологии создания автоматизированных систем управления производством, методы статистической обработки данных, методы идентификации производственных процессов, теория искусственных нейронных сетей, математическое и имитационное моделирование.

Научная новизна:

1. Разработана методика построения модели контроля и прогнозирования качества продукта для технологического процесса каталитического риформинга бензина;
2. Разработан и реализован модифицированный алгоритм построения нелинейной модели на основе самоорганизующихся карт Кохонена и факторных преобразований. На основе предложенного алгоритма, построена модель прогноза октанового числа, измеряемого по моторному методу для стабильного катализата;
3. Предложен метод синтеза специального математического обеспечения информационной системы контроля показателей качества нефтепродуктов на базе единого информационного пространства предприятия и среды графического программирования LabVIEW;
4. Предложены методы эффективной организации информационного и программного обеспечения автоматизированной системы оперативного управления производством (АСОУП) и системы контроля показателей качества нефтепродуктов.

Практическая ценность:

1. На основе современных средств и методов промышленной технологии создания АСУП на предприятии внедрена автоматизированная системы оперативного управления производством (АСОУП);

2. Разработана и создана функционирующая в режиме реального времени информационная система контроля показателей качества. Разработанное программное обеспечение (ПО) обеспечивает возможность с заданной дискретностью выводить для операторов технологических процессов значения показателей качества нефтепродуктов на установке. Так же система выдает рекомендации по оптимальным с точки зрения экономических затрат режимам при выполнении требований по качеству выпускаемой продукции;
3. Проведен сравнительный критический анализ программных продуктов систем усовершенствованного управления технологическими процессами, представленных на российском рынке. Сформулированы основные функции современных систем усовершенствованного управления. Проведенный анализ позволяет существенно сократить время при выборе системы АРС для НПЗ и предварительно оценить экономический эффект от внедрения;
4. Предложены и реализованы программно-алгоритмические решения, обеспечивающие совместное функционирование различных SCADA систем (системы диспетчерского управления и сбора данных), LIMS (система управления лабораторной информацией), PI System и среды графического программирования LabVIEW;
5. Разработаны формы представления информации для операторов. Определены основные функции, которые должны быть реализованы в АРМ оператора. Разработаны основные процессы работы с моделью прогнозирования качества.

Внедрение. Методы и алгоритмы, предложенные в работе, используются в ряде проектов: ОАО «СИБУР-Нефтехим», ЗАО «Тольятисинтез». Разработанное программное обеспечение принято Заказчиком и

рекомендовано к внедрению на ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания».

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на 10-й Международной научно-практической конференции «Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологий National Instruments - 2011» (Москва 8-9 декабря 2011г.), на научно-практической конференции посвященной памяти Л.А. Костандова, где за первое место отмечен нагрудным знаком «Фонда Л.А. Костандова» (Москва, Университет Машиностроения, 2013).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 4 работы опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

Структура работы. Диссертационная работа включает в себя введение, 4 главы, заключение, библиографический список из 118 наименований и 3 приложения. Основная часть работы изложена на 140 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 14 таблиц.

Глава 1. Обзор современных систем усовершенствованного управления технологическими процессами (АРС)

1.1. Анализ уровня автоматизации технологических процессов российских промышленных предприятий

Выгода от использования современных информационных компьютерных технологий в промышленности столь велика и очевидна, что ни одно предприятие не может отказаться от столь мощного средства. Необходимость автоматизации понятна всем, но существует множество путей достижения данной цели. Для выбора наиболее правильного и оптимального пути надо сначала проанализировать доступные на рынке системы автоматизации и уровень развития данных технологических решений.

Сегодня к «нижней» группе задач в иерархии управления производством относят системы типа SCADA (Термин SCADA - это сокращение английского термина Supervisory Control And Data Acquisition - Диспетчерское управление и сбор данных) или DCS (Distributed Control Systems - Распределенная система управления). Оба указанных типа систем принадлежат классу HMI (Human-Machine Interface), что означает «человеко-машинный интерфейс» в смысле обеспечения двусторонней связи «оператор - технологическое оборудование». HMI это средство отображения и представления технологической информации.

До настоящего времени большинство SCADA-пакетов применялось, как правило, для создания интерфейса оператора и регистрации данных производственного процесса. В редких случаях к этому добавлялись возможности по автоматическому управлению и генерации отчетов.

Интересно отметить, что одни фирмы представляют свои продукты как системы SCADA, а другие как DCS. Выполняемый функционал у этих систем одинаков, различается лишь способ реализации.

К классу DCS можно отнести однородные системы, распределенные не только территориально, но и композиционно в том смысле, что они состоят из равноправных разнофункциональных узлов (Рисунок 1). Системы же типа SCADA (Рисунок 2) имеют серверную архитектуру. Выделенный узел осуществляет сбор информации от контроллеров, ее обработку и передачу им управляющих значений. Этот же узел может быть рабочим местом оператора или сервером отдельной операторской станции.



Рисунок 1. Обобщенная структура системы типа DCS



Рисунок 2. Обобщенная структура систем типа SCADA

Таким образом, первую группу задач управления промышленным предприятием можно объединить под общим названием - АСУТП.

На сегодняшний день можно с уверенностью говорить, что на большинстве промышленных предприятий технологические процессы функционируют под управлением той или иной SCADA или DCS системы.

Результатом их применения становится «островная» структура производства – система управления построена, но охватывает лишь

производственный участок. Функции анализа и вычислений, производимых с информацией, обычно сравнительно ограничены. Предоставление информации специалистам (технологам, инженерам, начальникам участков, экономистам и так далее) затруднено, так как необходимая информация разрознена и требуется время для её получения.

Если взглянуть на производство с высоты корпоративного уровня управления, объединяющего различные бизнесы и производства, то здесь, наиболее часто применяемым инструментом, является ERP (Enterprise Resource Planning- Планирование ресурсов предприятия) система. Система ERP осуществляет распределение ресурсов, контролирует достижение производственных целей и инициирует привлечение ресурсов. В том числе системы такого класса поддерживают MRP (Material Requirements Planning- Планирование потребности в материалах) - метод планирования закупки материалов и комплектующих, их бухгалтерского, управленческого и складского учёта. Основная производственная программа с указанием количества продукта, который нужно произвести, задаёт количество сырья, материалов и комплектующих. Планировщик MRP принимает решение о приобретении или выпуске необходимого количества. Принимается во внимание предполагаемая временная метка потребления ресурса и прогнозируемый срок выполнения заказа на его производство или приобретение. Но даже такой сложный механизм не всегда позволяет выполнить план. Одной из наиболее частых причин отклонения от плана является несоблюдение сроков производства, связанное с «узкими местами»-неадекватным прогнозированием выпуска и низкой эффективности производства. Таким образом, в компании очевидно существование информационного недостатка на границе бизнеса и производства, существование которого непозволительно для участия в конкурентной борьбе за потребителей глобального рынка, которые требуют незамедлительного исполнения заказов, а поставщиков выбирают с минимальными ценами и максимальным качеством.

Очевидно, необходима система, которая позволит повысить эффективность производства. Производственное оборудование и выпуск продукции, происходящий в цехах и на установках, необходимо координировать с планированием и учётом работы этого оборудования, и этих установок, но и происходящим в заводууправлении и офисах. Связь процессов бизнес-уровня и производства на «лицо», однако инструментов, позволяющих организовать на основе информационных технологий прямые связи для передачи управляющих воздействий и получения сигналов контроля - нет. Производственникам нужно программное обеспечение, позволяющее объединить острова автоматизации, собрать информацию в едином хранилище и работать с этой информацией. Подобная система позволяет повысить производительность, снизить уровень запасов незавершённого производства, укоротить производственный цикл, снизить потребление ресурсов, оптимизировать трудозатраты производственного персонала, повысить качество, снизить затраты на ремонт оборудования и многое другое. Традиционные средства такие как ERP (Enterprise Resource Planning), SCM (Supply Chain Management - Системы управления цепочками поставок), CRM (Customer Relationship Management - Система управления взаимоотношений с клиентами) и PLM (Product Lifecycle Management- Управление жизненным циклом изделия) не выполняют этих функций в полном объёме и не предназначены для этого. Наиболее эффективно описанные задачи решаются с помощью MES (Manufacturing Executive System – Производственная исполнительная система).

MES снабжает пользователей системы необходимой производственной информацией и управляет производственными процессами, что позволяет достигать целей бизнеса. MES обеспечивает процессы и системы бизнес-уровня своевременной, агрегированной и достоверной информацией о событиях на производственном уровне.

Архитектура MES предусматривает интеграцию со многими информационными системами. Распределение и планирование работ и

ресурсов с помощью MES вносит вклад в снижение запасов и позволяет в некоторых случаях «работать с колёс», что отражается на системе управления цепочками поставок. Процесс управление жизненным циклом продукции черпает из MES информацию о заводском исполнении продукта. Комплексный взгляд на производство позволяет точнее планировать выполнение потребительских заказов и повысить оперативность реакции на непредвиденные обстоятельства, что ведёт к повышению уровня обслуживания клиентов. Детальная картина производства в реальном времени приближает компанию к обработке изменений внешней среды в реальном времени.

Таким образом, можно нарисовать вариант столь популярной сейчас пирамиды управления предприятием (Рисунок 3).



Рисунок 3. Пирамида комплекса автоматизации предприятия

На рисунке представлены несколько уровней управления предприятием (снизу - вверх):

1-ый уровень – непосредственно объекты управления.

2-ой уровень – логические контроллеры и системы управления на основе встраиваемых персональных компьютеров, измерительные устройства.

3-ий уровень – системы SCADA и DCS. Автоматизированные системы (распределенные и локальные), осуществляющие управление посредством человеко-машинного интерфейса.

4-ый уровень – системы MES. Автоматизированные системы, осуществляющие управление производственными процессами.

5-ый уровень – системы ERP. Автоматизированные системы, управляющие финансово-хозяйственной деятельностью предприятия.

6-ой уровень – системы BI. Автоматизированные системы, реализующие функции высшего менеджмента, такие как стратегическое и маркетинговое планирование.

Первые три уровня управления можно объединить общим названием АСУТП – автоматизированные системы управления технологическими процессами.

Пятый и шестой уровни объединяются общим названием АСУП – автоматизированные системы управления предприятием. Так как большинство нефтеперерабатывающих предприятий входят в состав крупных управляющих компаний, системы подобного класса следует относить, применительно к нефтяным управляющим вертикально-интегрированным компаниям, к системам уровня управления компании.

Четвертый же уровень управления – АСУПП – автоматизированные системы управления производством предприятия – связующее звено, между АСУТП и АСУП.

В некоторых случаях тот или иной уровень управления может быть замещен подсистемами смежных уровней. Но следует учитывать, что приведенная на рисунке иерархия управления наиболее полно отражает вертикальное разделение функций.

1.2. Понятие APC систем

Компании используют множество различных технологий автоматизации процессов и стратегий управления процессами для улучшения их экономической эффективности. Два наиболее общих подхода - регулирующее управление и APC. За последние годы эти два подхода развились и теперь отличаются от первоначально задуманных.

Цикл управления с обратной связью ПИД регулятором (Proportional-Integral-Derivative (PID)) был основным алгоритмом управления процессами больше половины столетия. Простой ПИД алгоритм с единственным входом/выходом (SISO) управляет большинством оборудования в перерабатывающих отраслях промышленности. Например, у типичного завода-изготовителя могут быть сотни, если не тысячи регулирующих циклов, которые выполняют основные функции управления. Для улучшения ПИД управления были разработаны сложные методы, такие как компенсаторы запаздывания и каскадное регулирование, которые когда-то считали «усовершенствованным управлением», теперь относятся к регулирующему управлению.

Несмотря на то, что регулирующее управление обеспечивает надлежащий контроль с точки зрения безопасности завода, оно редко достигает оптимального управления по качеству, и при этом не учитывает экономические ограничения. Для более эффективного управления процессом требуются более новые методы управления. Но поскольку эти методы продолжают развиваться, значение APC также изменилось.

Термин «усовершенствованное управление процессом» (APC) вошел в употребление за рубежом после 1960ых. И первоначально под ним понимался любой алгоритм или стратегия, которая отличалась от классического ПИД управления. Сегодня, APC охватывает множество технологий и методов управления, таких как экспертные, виртуальные анализаторы, управление по возмущению, адаптивный, многовариантный,

нелинейный, и упреждающее управление по модели. Некоторые приложения АРС включают несколько из этих элементов, в то время как другие исключительно фокусируются на одном определенном. Технологии, такие как нечеткая логика, экспертные системы, нейронные сети, статистика и строгие модели часто являются основными для приложений АРС.

Рисунок 4 – своего рода упрощение, но он наглядно показывает иерархический подход к разработке АРС систем и их место в системе управления предприятием. Этот подход предполагает использование все более и более сложных стратегий управления на верхних уровнях иерархии. Преимущества данного подхода:

- Операторы понимают стратегию – потому что используется «системный» подход к решению проблемы, разбивая большую задачу на более мелкие, которые легче решить;
- Непосредственно управление ложится на более низкие уровни управляющей системы - такие решения могут реализовываться без дополнительного аппаратного и программного обеспечения;
- Надежность – когда проблема возникает на уровне АРС, более низкие регуляторы все еще продолжают работать.



Рисунок 4. Место APC в структуре управления предприятием

Согласно опросу [31], какие технологии чаще всего используются в APC, проведенному группой из университета Претории Южно Африканской Республики, среди 66 экспертов, 38 пользователей и 28 поставщиков APC были получены следующие результаты:

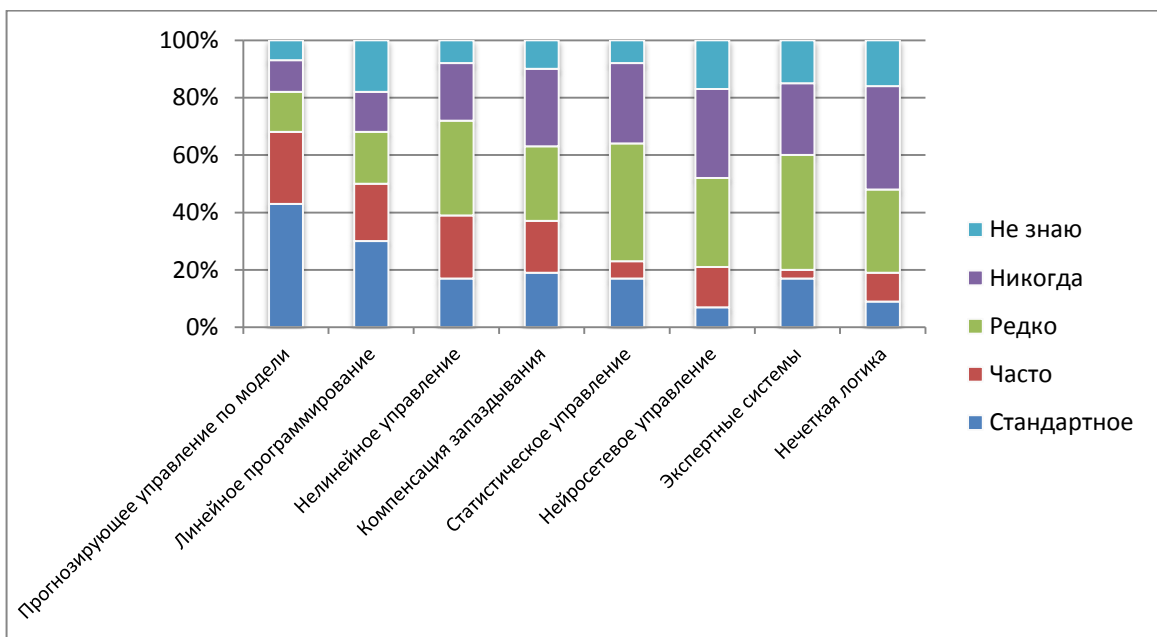


Рисунок 5. Методы используемые в APC

Из диаграммы (Рисунок 5) видно, что наиболее используемый метод — это упреждающее управление по модели. А вычислительные методы, такие как нейронные сети и нечеткая логика, менее популярны.

Рассмотрим некоторые из них:

Экспертное управление – анализирует текущую ситуацию, чтобы определить лучшую стратегию управления. При этом контрольный компьютер координирует действия основных циклов управления.

Виртуальные анализаторы (Рисунок 6) – используют вторичные измерения, чтобы скорректировать значения переменных, которыми управляют, чтобы сохранить не измеряемые управляемые переменные на требуемом уровне.

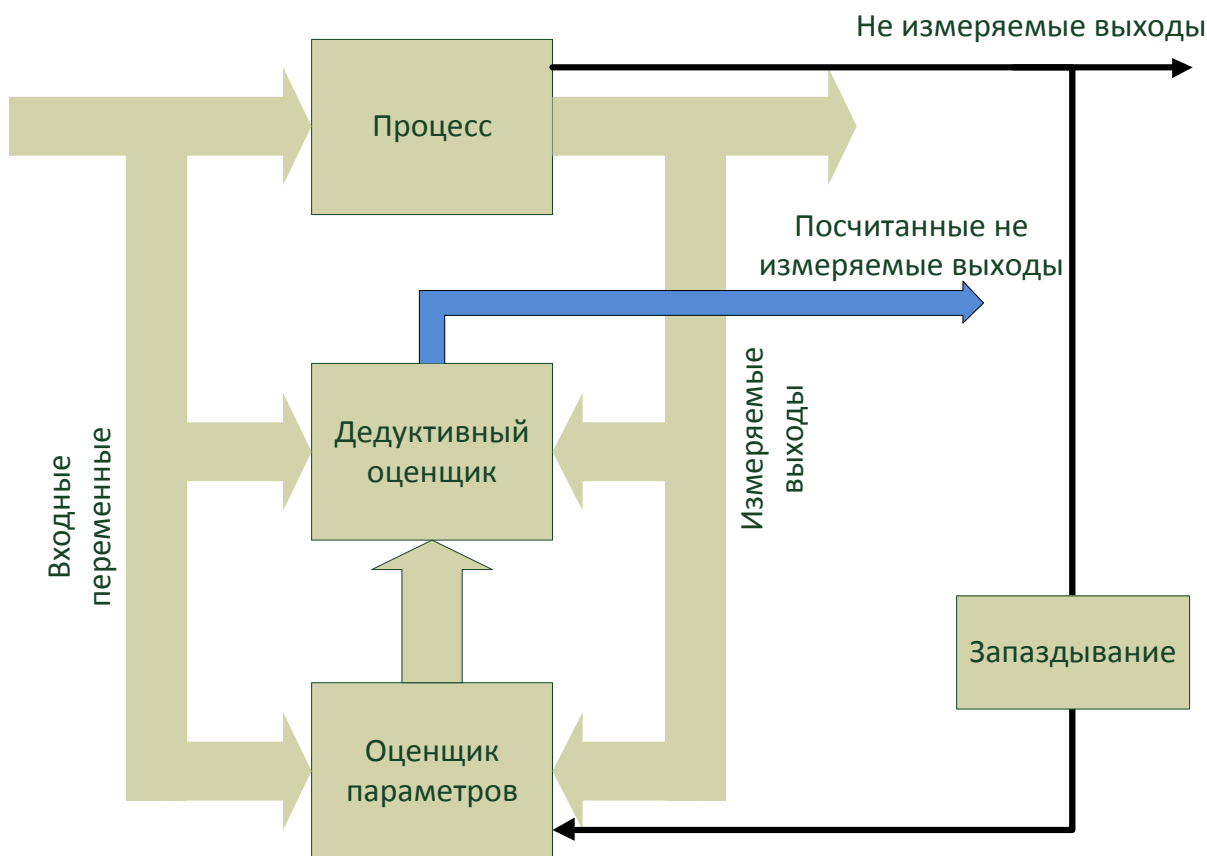


Рисунок 6. Виртуальные анализаторы

Управление по возмущению – принцип управления по возмущению основывается на том, что система управления наблюдает за возмущающими

факторами и, учитывая их, строит алгоритм управления так, чтобы действие этих факторов на систему компенсировалось.

Многопараметрическое управление – управление объектом по нескольким переменным (объекты класса МИМО).

Упреждающее управление по модели (Рисунок 7) – использует эталонную модель процесса для предсказания поведения процесса и вычисления оптимального управления, для минимизации ошибки управления. Кроме того, модель в зависимости от отклика объекта может быть скорректирована.

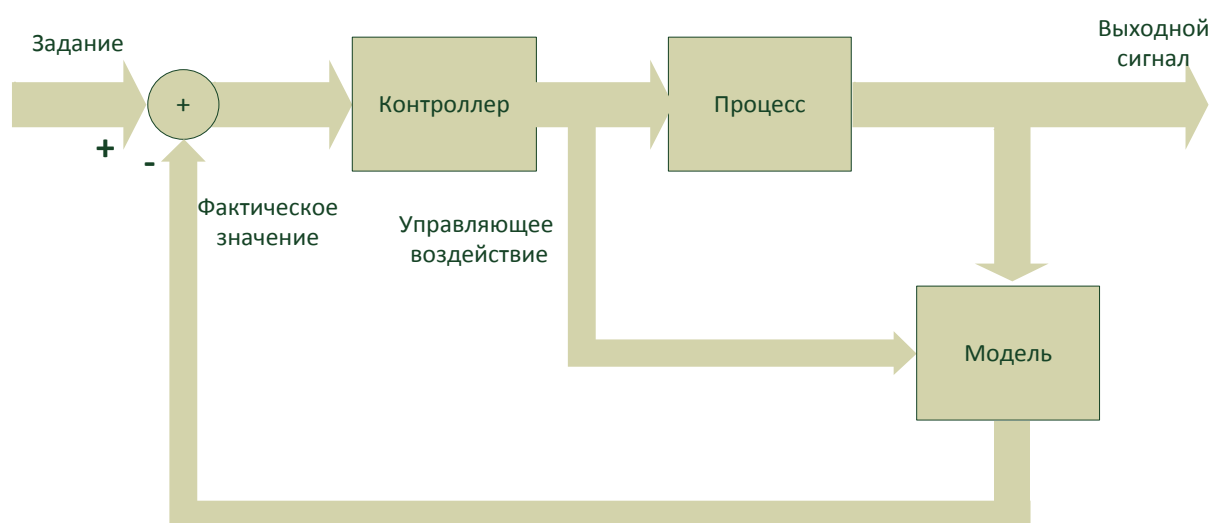


Рисунок 7. Упреждающее управление по модели

Нелинейное управление – большинство систем управления сегодня предполагают, что процесс линеен или почти линеен. Однако, строго говоря, все динамические системы являются нелинейными, и есть важные процессы, для которых нарушено предположение линейности, и нелинейные методы предлагают лучшее управление.

1.3. Поставщики

Основными поставщиками современных систем усовершенствованного управления (APC систем) для нефтепереработки и нефтехимии являются следующие компании (в алфавитном порядке):

- Aspen Technology;
- Emerson;
- Honeywell;
- Invensys;
- Shell Global Solutions.

Существуют другие менее крупные поставщики решений (IPCOS, Cutler Technology, Pavillion), но их доля на рынке APC в нефтяной отрасли незначительна, и на Российском рынке они не присутствуют.

Компания Yokogawa использует в настоящее время технологию APC (контроллер SMOС) фирмы Shell Global Solutions.

Если рассматривать применение APC не только в нефтепереработке, но и в других отраслях промышленности (нефтехимия, нефтедобыча и газодобыча и пр.), то на основании статистики, собранной консалтинговой компанией ARC Advisory Group по итогам 2005 и 2008 гг., доли рынка APC и оптимизации в реальном времени распределились следующим образом (Рисунок 8):

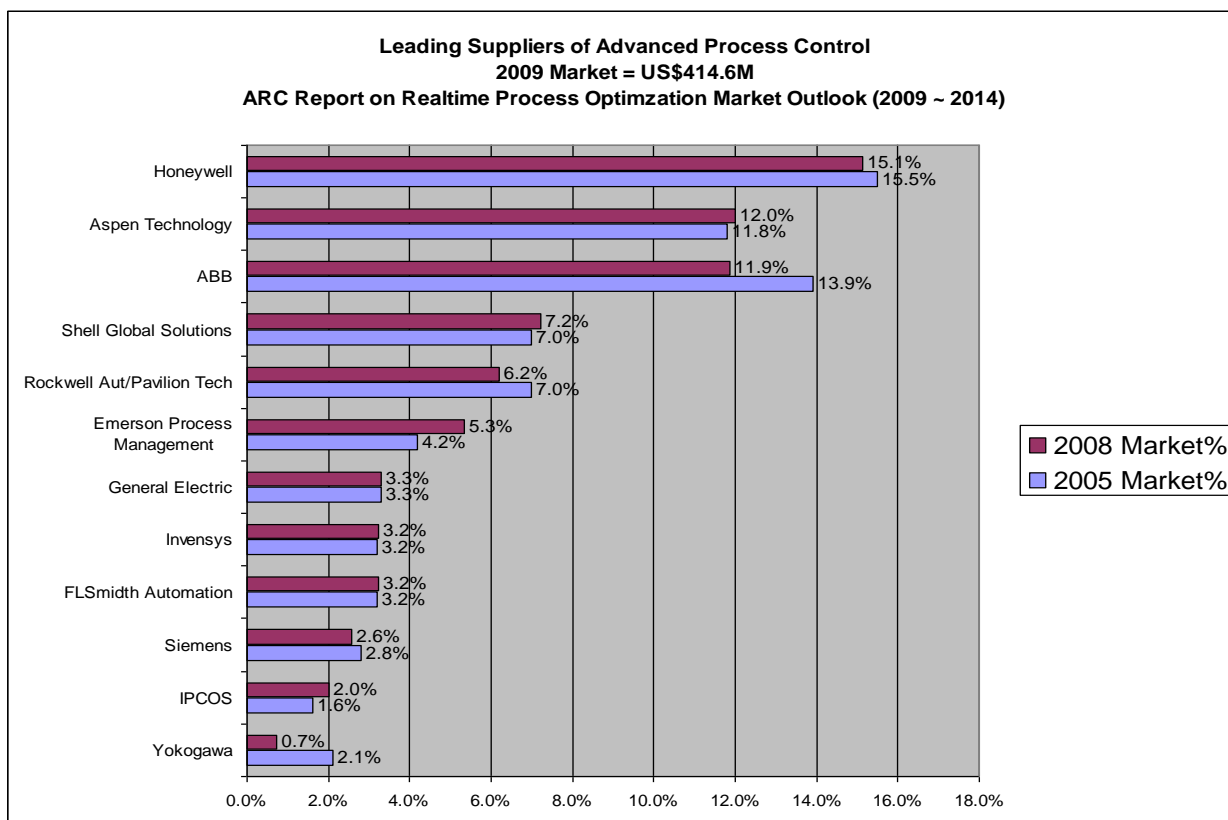


Рисунок 8. Распределение рынка APC систем

1.4. Краткое описание APC технологий основных поставщиков.

1.4.1. Aspen Technology

1.4.1.1. Полное наименование системы и ее модулей

Разработанная AspenTech система **AspenOne Advanced Process Control** [6] имеет модульную структуру и состоит из следующих продуктов:

Aspen DMCplus – многомерный прогнозирующий контроллер. DMCplus это ключевой уровень системы APC. Он взаимодействует непосредственно DCS или с Информационной системой управления предприятием (Plant Information Management Systems – PIMS). DMCplus объединяет в себе инструменты для анализа и проектирования контроллера (**Aspen DMCplus Desktop**) с онлайн-системой для развертывания контроллера (**Aspen DMCplus Online**).

Инструменты (Aspen DMCplus Desktop):

DMCplus Model – графический инструмент моделирования с улучшенной обработкой данных и их анализом. Есть различные инструменты для идентификации модели, прогнозирования и кросскорреляционные функции для анализа.

DMCplus Build – графический инструмент конфигурирования контроллера. Этот компонент ускоряет создание и обслуживание контроллера. Есть контекстно-зависимая справка и автоматический мастер проверки допустимости конфигурации контроллера.

DMCplus Simulate – графический инструмент для интерактивной оценки и тестирования производительности контроллера. Позволяет отображать необходимую информацию в виде автоматически настроенных графиков. А так же создавать графики с пользовательской настройкой.

Онлайн система (Aspen DMCplus Online) состоит из 2-ух стандартных программных уровней:

DMCplus Control – онлайн-контроллер, который включает новую оболочку, предусматривающую стандартные преобразования, вычисления и дополнительные возможности отображения. Построен на клиент-серверной архитектуре, что позволяет удаленный доступ и делает контроль и управление контроллером более простыми. Дисплеи автоматически генерируются на основе конфигурации контроллера, не требуя никакой ручной настройки. Контроллер включает ряд функций для запуска, остановки и выгрузки конфигурационных файлов в среду моделирования.

Система AspenOne Advanced Process Control поддерживает три типа контроллеров:

- Основной DMCplus Control, основанный на FIR (Finite Impulse Response- Конечная импульсная характеристика (КИХ)) модели;
- Линейной MIMO модели в пространстве состояний;
- Нелинейной MISO модели в пространстве состояний.

DMCplus Connect – программные интерфейсы для соединения DMCplus Control с оборудованием. Стандарт, поддерживающий сетевое многопоточное соединение с различным набором DCS и средствами PIMS.

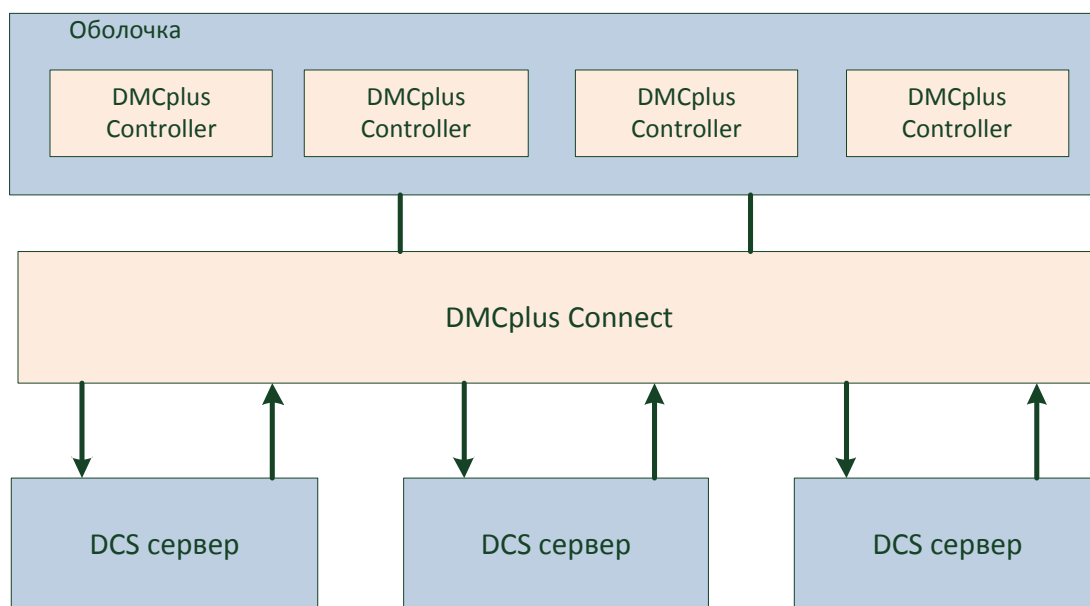


Рисунок 9. Архитектура DMCplus

Aspen IQ – система создания виртуальных анализаторов. Имеет продвинутый пользовательский интерфейс, позволяющий разрабатывать модели без программирования.

Поддерживаемые типы модели:

- Линейные модели частных наименьших квадратов (PLS);
- Нечеткие модели частных наименьших квадратов (Fussy PLS);
- Гибридные нейросети (HNN);
- Монотонные нейросети (MNN);
- Линеаризованные строгие модели;
- FIR модели.

Так же имеет различные средства предварительной обработки данных:

- Графическое и числовое удаление неправильных данных;
- Интерполяция для замены плохих или пропущенных данных;
- Усреднение данных анализов лаборатории

Aspen Watch Performance Monitor – система мониторинга технологического процесса и системы управления.

Основные функции:

- Расширение диапазона контроля производительности приложений
 - Контроль состояния;
 - Контроль производительности APC;
 - Диагностика контроллера.
- Контроль цикла PID
 - Диаграмма производительности;
 - Графики импульсной характеристики замкнутого цикла;
 - Частотная характеристика замкнутого цикла;
 - Автоматические аварийные сигналы, когда производительность цикла PID ухудшается.
- Управление данными
 - Автоматическая конфигурация базы данных;
 - Сбор данных без сжатия;
 - Полное восстановление набора данных.
- Гибкое создание отчетов
 - Различные отчеты о производительности контроллера;
 - Отчеты по расписанию или по требованию;
 - ODBC и SQL доступ к данным Aspen Watch Performance Monitor для последующего создания отчетов;
 - Более чем 30 встроенных KPI (ключевых показателей эффективности);
 - Возможность просмотра стандартных трендов и сводок через веб браузер.

Aspen Smart Step – ПО для автоматизации проведения пошагового тестирования.

1.4.1.2. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функциональность

Aspen Plus Optimizer – оптимизатор высокого уровня, предоставляет всестороннее решение проблемы оптимизации, доходности процесса, определяя оптимальные цели для отдельных модулей процесса и рассматривая условия по всему процессу.

Особенности:

- Определяет оптимальные цели для модулей процесса;
- Позволяет включать пользовательские модели в оптимизатор;
- Частые циклы оптимизации (4-12 выполнений в день);
- Использование текущих экономических ограничений;
- Библиотека моделей включает строгое моделирование нефтеперерабатывающих, нефтехимических, и химических процессов;
- Метод SQP (Sequential quadratic programming - последовательное квадратичное программирование) обеспечивает увеличенную устойчивость и улучшенную диагностику;
- Работает на промышленном стандарте платформы Intel с операционными системами Microsoft Windows 2000, Windows XP и Windows Server 2003;
- Оптимизация может работать без вмешательства и обслуживания;
- Может быть сконфигурирован для работы, как в разомкнутом цикле, отправляя результаты в информационную систему завода или в DCS так и в замкнутом цикле, передавая оптимальные цели на APC более низкого уровня.

HYSYS [4] – система строгого моделирования ТП. Состоит из многочисленных программ, основные из которых приведены в работе Рылова С.А. [90] и показаны в таблице ниже (Таблица 1)

Таблица 1. Основные компоненты HYSYS [90].

Компоненты	Описание
HYSYS Dinamics [21]	Реализует динамические модели технологических процессов.
HYSYS Petroleum Refining [22]	Производит комплексное моделирования нефтеперерабатывающего производства.
HYSYS Crude Module [70]	Производит расчет различных колонн и потоков нефти.
HYSYS Data Rec [4]	Используется для корректировки параметров модели по данным работы реальной установки.
Модуль Excel	Позволяет подключать модели к Excel.
Модуль Visual Basic и C++	Позволяет добавлять в модели пользовательские блоки, реализованные на языках программирования Visual Basic и C++.
HYSYS Optimizer [3]	Используется для расчета методом последовательного квадратичного программирования наилучших режимов работы установок при их проектировании и функционировании.

1.4.2. Emerson Process Management

1.4.2.1. Полное наименование системы и ее модулей

DeltaV PredictPro [10] – многомерный прогнозирующий контроллер.

Основные возможности:

- DeltaV PredictPro позволяет реализовать стратегии управления на основе прогнозирующих моделей (MPC);
- Процесс тестирования для построения модели полностью автоматизирован. DeltaV Continuous Historian автоматически собирает данные по входам и выходам блока MPC;
- Данные, собранные во время тестирования процесса, могут быть легко просмотрены, и аномальные данные удалены, используя простые графические инструменты;
- Полученные модели могут быть просмотрены и отредактированы вручную;
- DeltaV PredictPro содержит среду моделирования для проверки и тестирования полученных моделей;
- Имеет графические компоненты, для создания графического интерфейса оператора. Через этот интерфейс оператор может легко взаимодействовать со стратегией MPC. Ожидаемые значения управляемых и ограничительных параметров автоматически выводятся на тренды;
- Содержит встроенный оптимизатор (Embedded LP Optimizer). Выбор оптимальной комбинации уставок по нескольким независимым циклам может быть чрезвычайно трудными для оператора, особенно когда условия эксплуатации меняются.
- Встроенный оптимизатор дает возможность автоматически вести процесс на основе оптимальных экономических и энергетических затрат при соблюдении технологических ограничений;

- Моделирование переменных между выборками при использовании данных от анализатора или других непостоянных измерений.
- Возможность использования любых DCS или PLC, при наличии у них интерфейса modbus или OPC.

DeltaV Neuro [9] - система создания и поддержки виртуальных анализаторов.

Основные возможности:

- Идентификация корреляционных связей до 20 отдельных переменных процесса с данными, поступающими из лабораторий или от поточных анализаторов;
- Использование стандартного инструментария в составе DeltaV для определения необходимых входных переменных вместе с данными ручного ввода из лабораторий и данными поточных анализаторов;
- Автоматический сбор и архивирование данных;
- Импорт исходных данных из Microsoft Excel;
- Возможность удобного просмотра и редактирования данных для построения сети;
- Автоматическое построение и обучение;
- Просмотр чувствительности каждого входа сети на графиках;
- Возможность исключения переменных, оказывающих незначительное влияние на выход;
- «Экспертный» режим. Возможность оперативно корректировать чувствительность каждого отдельного входа, изменяя корреляцию между входом и выходом. Кроме того, в экспертном режиме есть опция, которая позволяет специфицировать такие детальные параметры, как ограничения на выходные слои, максимальное/минимальное количество скрытых нейронов и максимальное количество периодов обучения.

1.4.2.2. Архитектура решения и описание реализованной функциональности

В отличие от более ранней версии DeltaV Predict, система DeltaV PredictPro может работать с модельной матрицей большой размерности (порядка 20×20) и обладает встроенным линейным оптимизатором (см. Таблица 2).

Таблица 2. Сравнение DeltaV Predict и DeltaV PredictPro

Возможность	DeltaV Predict	DeltaV PredictPro
Максимальное число входов	8, максимум 4 возмущения, 4 параметра для регулирования	40, в любой комбинации
Частота цикла	1 раз в секунду	1 раз в секунду
Оптимизация	Приближение к ограничениям, 1 оптимизируемый параметр	Линейное программирование с пользовательской целевой функцией
Максимальное количество функций цели на контроллере	нет	5
Приложения могут получить доступ к стоимости оптимизации через OPC	нет	да
Автоматическое тестирование для	да	да

построения модели		
Построение модели на основе данных DeltaV historian	да	да
Построение модели на основе импортированных файлов	начиная с версии 6.3.2	да
Редактирование модели	да	да
Опция продолжать управление MPC при потере входа или выхода	нет	да
Анализ выборки для входов	нет	да, генерирует параметр между выборками

В основе APC-решения лежит нейросетевая технология. Достаточно эффективная в несложных задачах малой размерности, она может представлять определенные неудобства при реализации APC на более крупных технологических объектах в силу сложности настройки и достаточно высокой чувствительности к качеству входных данных.

Основное достоинство DeltaV PredictPro – полная интеграция с PCU Emerson DeltaV, обеспечивающая, в частности, высокое быстродействие.

Недостатком являются плохо предсказуемое поведение контроллера при проведении автоматического пошагового тестирования в замкнутом контуре.

1.4.2.3. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функции системы

DeltaV Fuzzy [8] - система создания нечетких регуляторов. Предназначена для случаев, когда необходимо нелинейное управление процессом. Имеет автоматическую настройку и не требует специального опыта использования нечеткой логики.

DeltaV Inspect - система мониторинга контуров ПИД-регулирования. Данная система вычисляет и представляет в графическом виде следующие величины: загрузка контура; статус измерения; ограничение управляющих воздействий и нестабильность процесса. Для каждого входа, выхода и управляющего блока в контроллере рассчитываются квадратичное отклонение и возможное квадратичное отклонение. Значение усредняется по 100 измерениям и передается серверу. Затем вычисляется показатель нестабильности для каждого блока (обозначает возможное улучшение работы блока относительно управления с минимальными отклонениями). На основе режима работы и статуса параметра DeltaV Inspect вычисляет отклонение от нормальных условий и обеспечивает их графическое представление. Возможны следующие варианты:

"Плохой". Технологический параметр данного блока имеет некорректное, недостоверное или ограниченное значение.

"Управляющее воздействие ограничено". На более низком уровне присутствует условие, которое ограничивает управляющее действие блока.

"Отклонение режима от нормы". Действительный режим работы блока не соответствует штатному режиму, предусмотренному для блока в конфигурации.

Процент времени, в течение которого существуют эти условия за час, за смену или за день вычисляется для каждого блока и сравнивается с заданными глобальными ограничениями по каждому условию. При выходе за одно из таких ограничений соответствующий модуль заносится в графическую сводку по модулям.

1.4.3. Honeywell

1.4.3.1. Полное наименование системы и ее модулей

Семейство APC-продуктов корпорации Honeywell называется Profit Suite [36].

Оно включает в себя несколько десятков патентованных программных продуктов.

В качестве основных следует назвать:

Profit Controller – многомерный прогнозирующий контроллер со встроенным линейно-квадратичным оптимизатором

Profit Sensor Pro – система разработки и подстройки виртуальных анализаторов

Profit Optimizer – система динамической оптимизации высокого уровня на основе линейного и квадратичного программирования (реализует динамическую оптимизацию группы технологических установок)

Profit Bridge – модуль связи APC-приложений с внешней моделью

Profit NLC – APC-решение для существенно нелинейных объектов (таких как, например, процессы полимеризации – ПЭВД, ПЭНД, и т.п.)

Profit Max – оптимизация группы установок в реальном времени на основе строгих математических моделей

Profit Stepper – система автоматического пошагового тестирования и идентификации модели ТП как в разомкнутом, так и в замкнутом контуре

Profit Expert – мониторинг работы APC-приложений с возможностью создания пользовательских критериев качества

Более подробно некоторые из перечисленных продуктов охарактеризованы далее по тексту.

1.4.3.2. Архитектура решения и описание реализованной функциональности

Основным модулем APC семейства Profit Suite является система многомерного управления и локальной оптимизации на основе прогнозирующей модели Profit Controller. Это ПО осуществляет одновременное манипулирование набором управляющих переменных (их число не ограничено) технологического процесса (ТП) так, чтобы контролируемые переменные ТП находились в установленных границах. При этом многомерный контроллер учитывает наблюдаемые возмущения и стремится минимизировать влияние ненаблюдаемых возмущений на ТП. При наличии достаточного числа степеней свободы контроллер осуществляет также оптимизацию ТП по экономическому критерию (такому, например, как разность между стоимостью продукции и энергозатратами). В основе скоординированных действий многомерного контроллера лежит модель ТП, позволяющая в масштабе реального времени прогнозировать будущее поведение ТП. Реализованная на базе ПО Profit Controller APC-система может напрямую управлять показателями качества продукции посредством системы виртуальных анализаторов (ВА) качества продукции. Создание ВА и поддержка их работы в рамках действующей APC-системы осуществляется на основе ПО Profit Sensor Pro.

ПО многомерного управления Profit Controller устанавливается на специализированном сервере APC-системы. Связь сервера APC с РСУ осуществляется через OPC-интерфейс. APC-система ежеминутно получает измеренные значения параметров ТП, на основании этих и предшествующих значений прогнозирует поведение объекта в будущем и вырабатывает

управляющие воздействия, которые по ОРС-связи отправляет в РСУ в виде заданий ПИД-регуляторам.

Безопасность работы APC-системы (возможность отключения одним нажатием кнопки, безударная передача управления на операторский уровень при потере связи с сервером и т.п.) обеспечивается специальными программными средствами (watchdog и пр.), конфигурируемыми на этапе реализации APC-системы на РСУ.

Важное достоинство многомерного контроллера Honeywell – его высокая робастность (устойчивая работа при неточной модели без потери качества регулирования).

1.4.3.3. Наличие дополнительно поставляемых решений, расширяющих функции системы

APC-системы Honeywell строятся по модульному принципу. Система может охватывать один или несколько технологических блоков установки, несколько технологических установок, все производство. В масштабах одной технологической установки минимально необходимым для создания APC-решения является ПО Profit Controller и Profit Sensor Pro. Остальные программные продукты семейства Profit Suite могут привлекаться в зависимости от характера стоящих перед APC задач. Так, например, для реализации динамической оптимизации группы технологических установок и координации работы их APC-систем, может быть использован оптимизатор высокого уровня Profit Optimizer.

Для расширенного мониторинга и диагностики, действующих на предприятии APC-приложений может быть использована система Profit Expert.

Система а Profit Stepper используется для автоматического пошагового тестирования и построения модели, как в открытом, так и в замкнутом контуре.

Система Profit EED – Early Event Detection – предназначена для раннего обнаружения событий на технологическом объекте.

Среда строгого технологического моделирования UniSim позволяет создавать высокоточные модели технологических объектов и использовать их как вне контура управления для выработки стратегии оптимизации, создания виртуальных анализаторов и т.д., так и в замкнутом контуре – для подстройки коэффициентов линейных прогнозирующих моделей через модуль Profit Bridge. В свою очередь, динамическая модель, созданная в среде UniSim для обучения операторов, может инкорпорировать в себя модель APC-системы на базе Profit Controller, если таковая реализованы на моделируемой технологической установке.

1.4.3.4. Наличие и возможности интеграции с решениями третьих сторон

APC-решения Honeywell успешно работают на PCY любых производителей: Honeywell, Emerson, Yokogawa, ABB, Siemens, Invensys и др. Обязательным условием успешной интеграции является наличие OPC-интерфейса, обеспечивающего двусторонний трафик.

APC-решения Honeywell допускают использование «внешней» строгой модели, разработанной как средствами Honeywell (например, в среде UniSim), так и других производителями (например, в среде Aspen HYSYS). Использование «внешней» строгой модели в «мягком» реальном времени в тех случаях, когда в ней есть необходимость, позволяет повысить эффективность APC-решения. В качестве примера можно привести взаимодействие ПО APC Honeywell (Profit Controller) с моделью процесса пиролиза Sruco фирмы Technip.

ПО многомерного управления Honeywell не может взаимодействовать с аналогичным ПО других производителей APC. Например, оптимизатор

высокого уровня Honeywell Profit Optimizer может координировать и оптимизировать работу тех технологических установок, на которых установлено ПО APC Honeywell Profit Controller. Если же на какой-то технологической установке работает APC-система другого производителя, то Profit Optimizer не будет «видеть» эту установку до тех пор, пока на ней не будет сконфигурировано APC-приложение Profit Controller.

1.4.3.5. Развитость пользовательского интерфейса

Интерфейс APC-системы включает в себя операторский и инженерный интерфейсы. И тот, и другой предоставляют все необходимые возможности управления APC-системой, контроля и диагностики ее работы, обеспечивают быстрый и удобный доступ к ее функциям и настроечным параметрам.

Операторский интерфейс может быть реализован как на мнемосхемах РСУ, так и в табличном виде и, в любом случае, русифицирован. Он включает в себя только те функции управления, которые необходимы оператору.

Инженерный интерфейс включает в себя окна для визуализации контролируемых и управляющих переменных, задания структур целевых функций оптимизации и ввода их коэффициентов, для подстройки виртуальных анализаторов по лабораторным данным и т.п.

Предусмотрены различные пароли доступа к APC-системе для операторов и инженеров, что позволяет защитить данные APC и ТП от несанкционированного доступа.

1.4.3.6. Состав серверного оборудования, необходимого для оптимальной работы

Таблица 3. Состав серверного оборудования.

Процессор	Два процессора Xeon – 3,4 ГГц или более мощных
Оперативная память	Минимально 2 ГБ (рекомендуется 3 ГБ)
Жесткий диск	120 ГБ
Оптический диск	DVD/CDRW Combo Drive
Сетевая карта	Ethernet 100 Мбит
Операционная система	Windows XP Professional SP3 Windows 2003 Server SP2 Vista Enterprise или Ultimate (32 бита) Windows 2008 Server (32 бита)
Монитор	Плоский ЖК, 19
Аксессуары	Клавиатура, мышь, принтер.

Параметры сервера APC могут быть различны в зависимости от специфики конкретной РСУ. Типичная спецификация представлена ниже.

1.4.4. Invensys

1.4.4.1. Полное наименование системы и ее модулей

Connoisseur [7] – многомерный прогнозирующий контроллер.

Основные возможности:

- Адаптивное многовариантное управление. Мощные, онлайн-адаптивные средства обслуживания и разработки контроллера. Многие процессы меняют свою динамику со временем, что

приводит к уменьшению эффективности многовариантного контроллера. Приложения Connoisseur периодически или автоматически используют онлайн-адаптивные средства, позволяя постоянно увеличивать преимущества контроллера.

- Сбор данных и анализ. Connoisseur выполняет ряд тестирований процесса на возмущающее воздействие, результаты которых дают динамически богатые данные с минимальными отклонениями от нормальной работы процесса. Статистические инструменты позволяют рассчитывать взаимную корреляцию и спектральную плотность мощности;
- Динамическое моделирование процесса. Обеспечивает более жесткое управление ключевыми переменными процесса, которые основываются на динамической модели. Позволяет достигать более выгодной рабочей точки;
- Наборы моделей и планирование усиления. Разрешает приложению прогнозирующее управление по модели для процессов, которые требуют несколько моделей. Connoisseur использует онлайн-планирование усиления и может переключиться автоматически между несколькими наборами моделей, не выключая контроллер;
- Оптимизация процесса. Управляет ограничениями на переменные процесса, используя методы квадратичного программирования;
- Линейный метод программирования, вместе с моделью и целевой функцией экономических показателей, позволяет определять оптимальную рабочую точку на основе максимума пропускной способности, минимального потребления энергии или баланса между этими или другими показателями производительности;

- Открытость. Позволяет использовать DCS, PLC системы и базы данных всех крупных поставщиков. Совместим с последними промышленными стандартами передачи данных, такими как OPC.

SimSci-Esscor ROMeo [38] – система оптимизации в разомкнутом или замкнутом контуре на основе строгих моделей. Предназначена для решения задач нелинейной оптимизации непрерывных производственных процессов, как на отдельных установках так и всего нефтеперерабатывающего завода в целом. Стандарт OPC-UA позволяет ROMeo устанавливать связь с большим количеством приложений компании Invensys, предназначенных для моделирования процесса с использованием рабочих ресурсов, включая программное обеспечение DYN SIM, PRO/II и ArchestrA Workflow, а также любые решения сторонних производителей, использующих стандарт OPC-UA. Программное обеспечение SimSci-Esscor ROMeo позволяет нефтеперерабатывающим предприятиям совершенствовать процесс отбора сырой нефти, оценивать ее поставки и с высокой надежностью прогнозировать выработку и качество продукции предприятия, а также определять потенциал увеличения выработки продуктов с более высокой ценностью. В качестве интегрированного решения для онлайн и офлайн оптимизации в области нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой промышленности программное обеспечение SimSci-Esscor ROMeo предоставляет мониторинг оборудования, оптимизацию инженерных сетей и материальный баланс в режиме открытого или закрытого контура.

Основные возможности:

- Среда позволяет многочисленным пользователям совместно использовать единственную машину пользователя ROMeo, для создания модели, а также разработки приложений с независимыми рабочими областями;
- XML отчеты дают гибкость пользователю в их конфигурировании.

- Интегрированный, алгебраический язык моделирования, который позволяет гибкую пользовательскую настройку и расширение моделей библиотеки;
- Объединенная среда моделирования, которая позволяет полное определение технологической карты, моделирование установки, согласование данных и оптимизацию через простой в использовании интерфейс;
- Основанный на уравнении механизм оптимизации, существенно улучшает производительность;
- Термодинамический модуль, который обеспечивает точные и предсказуемые результаты;
- Комплект внешних интерфейсов передачи данных через ODBC, SQL, и стандарты OLE упрощающих интеграцию с другими приложениями;
- Открытая, объектно-ориентированная, клиент-серверная архитектура, которая упрощает интеграцию других технологий в приложение ROMeo.

1.4.4.2. Наличие дополнительно поставляемых решений

DYNSIM [13, 90] – система создания точных динамических моделей. «Система Dynsim компании SimSci-Esscor предназначена для имитационного моделирования технологических процессов нефтегазовой промышленности и тренировки операторов АСУТП. Dynsim позволяет:

- Моделировать технологические процессы в реальном, замедленном и ускоренном времени;
- Моделировать технологические процессы в типовых, сложных и нестандартных ситуациях;
- Моделировать химические реакции;

- Создавать и редактировать технологические схемы, описывающие технологический процесс с использованием графического интерфейса;
- Проводить тренировку операторов АСУ ТП, при которой необходимо управлять технологическими процессами. Качество управления оценивается экспертной системой;
- Осуществлять удаленный доступ к программе Dynsim по локальной сети, что позволяет проводить обучение в режиме взаимодействия с инструктором;
- Имитировать неисправности оборудования;
- Архивировать ход симуляции технологического процесса для дальнейшего использования;
- Создавать распределенные вычислительные системы, в которых математическое моделирование осуществляется параллельно на нескольких ПК;
- Производить обмен данными с другими программами по интерфейсу OPC.

В состав стандартной библиотеки Dynsim по входят следующие основные модели аппаратов :

- Регулируемый клапан;
- Защитный клапан;
- Сепаратор;
- Теплообменник;
- Ёмкость;
- Камера сгорания;
- Колонна;
- Поршневой компрессор;
- Центробежный компрессор;
- Центробежный насос;

- Газовая горелка.

Для этих моделей аппаратов может быть задан широкий спектр настроек, что позволяет максимально точно описать реальные устройства. Трубопроводы и технологические коммуникации также моделируются с учетом геометрических и физических характеристик (длина, диаметр, наклон, гидродинамическое сопротивление, теплопроводность и др.), которые задаются пользователем. Также имеется возможность имитировать аппараты моделями типа «черный ящик», в которых зависимость выходных параметров от входных задана уравнением.» [90]

PRO/II [35] – выполняет строгие расчеты массового и энергетического балансов для широкого спектра химических процессов - от процесса сепарации газа до реакционной дистилляции.

Основные особенности:

- Графический интерфейс пользователя - PROVISION, полностью интерактивный и основанный на технологии Windows, позволяет строить и модифицировать как простые, так и сложные модели процессов;
- Открытая архитектура. PRO/II позволяет передавать данные в другие инженерные программы. Стандарт OLE Automation позволяет получить доступ практически к любым данным в базе данных программы моделирования;
- Возможность импорта/экспорта в/из Microsoft Excel;
- Большой набор готовых моделей (насосы, испарители, клапана, теплообменники, реакторы).

Дополнительные модули:

- Batch – расчет реактора с мешалкой периодического действия и расчет процесса периодической ректификации можно запустить отдельно или как часть технологической схемы PRO/II;

- **Electrolytes** – этот модуль осуществляет интеграцию с термодинамикой электролитов фирмы OLI Systems и позволяет генерировать собственные термодинамические модели электролитов, создавать собственные банки данных и работать с ними;
- **Polymers** – позволяет моделировать промышленные процессы с участием полимеров – от очистки мономеров и реакций полимеризации до разделения и обработки. Polymers дает возможность описать любой компонент полимера как набор фракций с некоторым средним молекулярным весом, что позволяет провести точное моделирование смешения и разделения полимеров;
- **Profimatics** – модели реакторов фирмы KBC (REFSIM, HTRSIM, FCCSIM) включены в программу PRO/II как технологические аппараты. Следует отметить, что компоненты и данные термофизических свойств, включая сходимость рециклов, автоматически обновляются при расчете;
- **AMSIM** – модуль для строгого моделирования процессов очистки кислых газов аминными растворами в PRO/II полностью интегрирован пакет AMSIM фирмы DB Robinson.

1.4.5. Yokogawa/Shell Global Solutions

1.4.5.1. Основные продукты и области применения

AIDA [76]- усовершенствованная идентификация и анализ данных. AIDA обрабатывает данные процесса, по которым получает его модель.

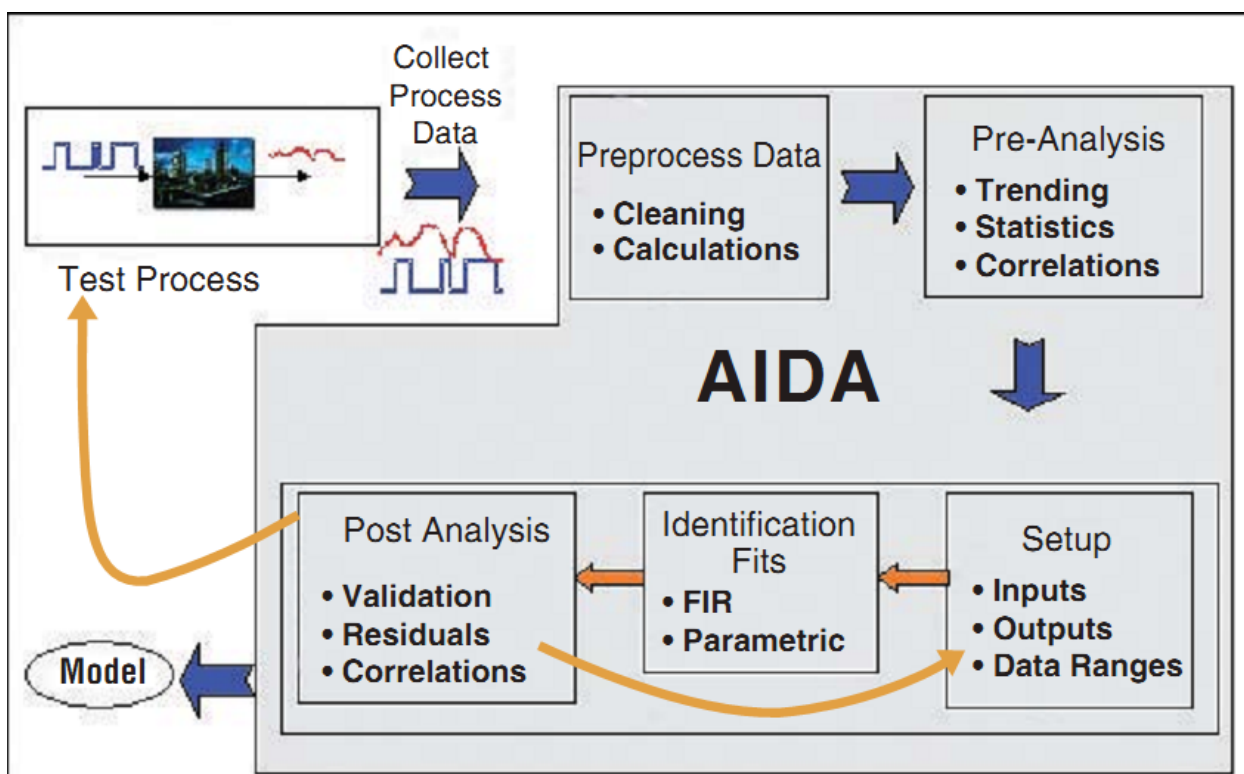


Рисунок 10. Структура программного пакета AIDA

Основные особенности:

- Импорт данных из различных форматов;
- Построение графиков. Возможности изменения масштаба, автомасштабирования, ручного масштабирования, прокручивание, настройка цветов, простой доступ к данным графика;
- Корреляционный анализ. Анализ взаимной корреляции полезен для идентификации линейных динамических отношений между двумя различными наборами данных и определения запаздываний;

- Идентификация. Построение КИХ (конечная импульсная характеристика) моделей и параметрическая идентификация;
- Проверка адекватности модели. AIDA может использоваться, чтобы создать несколько различных моделей и сравнить их результаты с фактическими данными. Итоговая модель экспортируется в SMOС для использования в онлайн процессах.

Основной APC продукт – многомерный прогнозирующий контроллер **SMOC** [18], представляющий собой доработанный контроллер фирмы Shell Global Solutions (SGS), с которой Yokogawa состоит в стратегическом альянсе. SMOС можно разделить на две основных части SMOС Offline, SMOС Online.

SMOC Offline. SMOС может использовать модели, созданные в пакете AIDA (см. Рисунок 11) или в Graphical Model Builder (GMB), доступным в пакете SMOС Offline. SMOС Offline генерирует файл конфигурации для онлайн контроллера SMOС. Пакет обладает мощной средой моделирования, чтобы протестировать поведение контроллера, проверить ошибки и настроить его производительность.

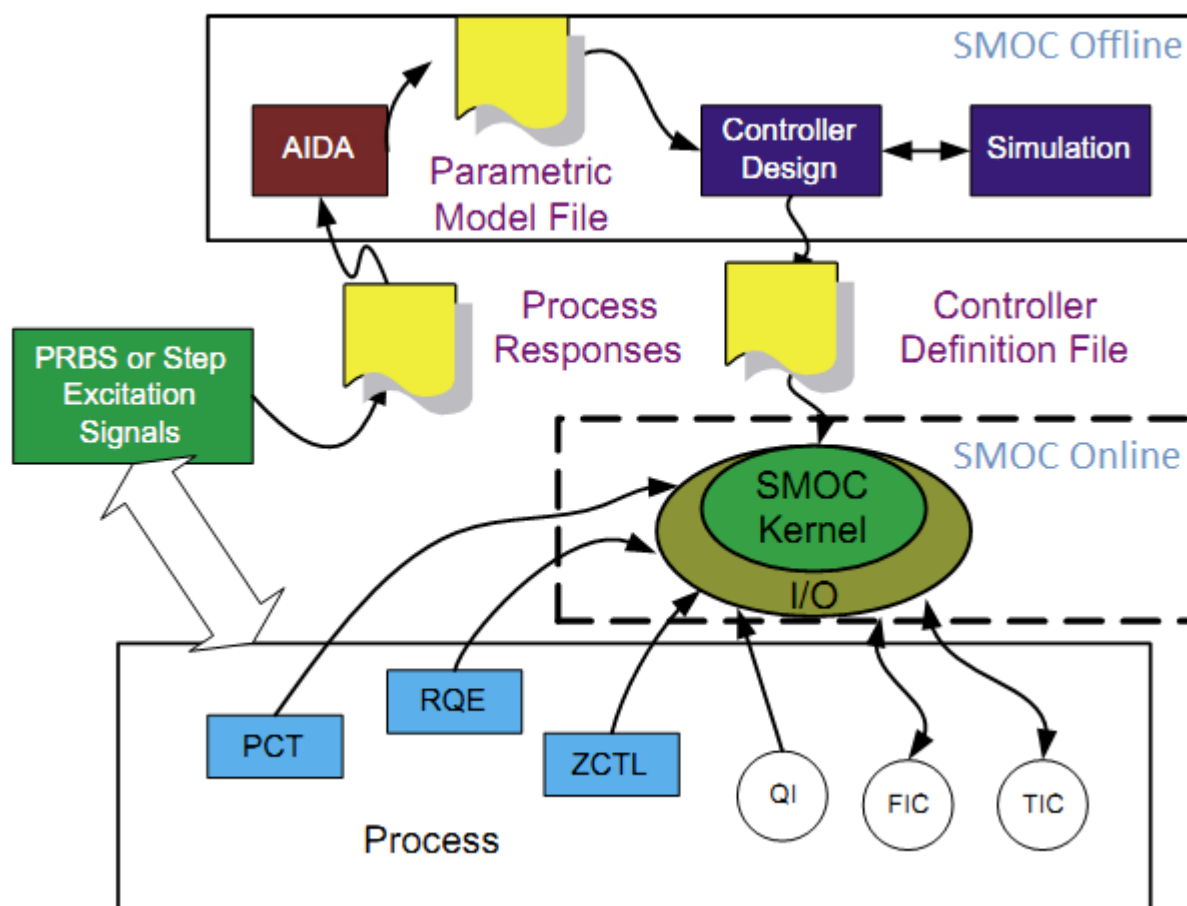


Рисунок 11. Структура программного пакета SMOC

SMOC Online включает механизм онлайн-контроллера, и инструменты для проверки допустимости сигналов, инициализации контроллера и типичный интерфейс оператора и инженера. SMOC Online взаимодействует через интерфейс OPC с разнообразными DCS платформами.

Основные особенности:

- Продвинутое пользовательское интерфейсное ПО, которое доступно не только на обычных ПК, но и на мобильных устройствах посредством веб-сервера;
- Разграничение доступа и отображения данных для различных групп пользователей;
- Установка и/или минимальная/максимальная цель. Задание каждой управляемой переменной может быть указано или как уставка, или как диапазон между минимальным и максимальным ограничением;

- Выбираемые ограничения на управления. Пределы могут быть установлены для каждой переменной, которой управляют, определяя абсолютный минимум, абсолютный максимум и максимальный размер перемещения по одному шагу управления. Контроллер может быть сделан с учетом усиления клапанов. Контроллер может продолжать работать в “хромом режиме” после того как некоторые управляемые переменные перестают быть доступными. Усиление корректируется онлайн;
- Устойчивое управление. У контроллера есть возможность учиться, различая шум процесса и перемещение процесса. Это достигается за счет использования фильтра Кальмана;
- Оптимизация процесса. Возможно, минимизировать/максимизировать любую переменную (управляемую или контролируемую), или определить экономическую функцию как линейную комбинацию любых переменных процесса. Эта задача оптимизации имеет более низкий приоритет, чем управление процессом, и выполняется при условии, что все цели управления достигнуты.
- Основной контроллер и подконтроллеры. Когда многовариантное управление применено к большому процессу, единственный большой контроллер может быть разделен на несколько подконтроллеров, чтобы улучшить гибкость в работы и обслуживания. Подконтроллер выполняет наблюдение и управление для подмножества управляемых и контролируемых переменных. Что позволяет устанавливать различные периоды для различных подконтроллеров. Основной контроллер координирует действия подконтроллеров и выполняет проверку выполнимости и устойчивости оптимизации для всей системы контроллеров; Функция управления смещением;

- Нелинейная функция оптимизации для устойчивого состояния. Есть возможность установить нелинейную функция оптимизации;
- Возможность обновления усиления модели онлайн. Так же возможно обновить усиления удаленно и триггер обновления;
- Компенсация запаздывания. В случае процесса используется прогнозирующий метод, который распознает наличие запаздывания и избегает чрезмерной реакции;
- Интеграция. Smoc может соединиться с любым DCS или PLC через OPC. Обработка ошибок протокола OPC;
- Вычисления. При помощи функций инструмента Integration Tool, можно выполнять предварительные вычисления и передать результат в OPC сервер. Основные вычисления (+, -, *, /), арифметическое вычисление (Sin, Cos, Tan, Log, Модуль...), фильтрация, и т.д.

SMOC является контроллеров второго поколения и не обладает возможностями идентификации моделей в замкнутом контуре управления и некоторыми другими функциями, какими обладают контроллеры третьего поколения, такие как DMCplus фирмы Aspen Technology и Profit Controller корпорации Honeywell.

1.4.5.2. Наличие дополнительных решений, расширяющих функции системы

SGS/Yokogawa имеют также продукт Robust Quality Estimator.

RQE (Robust Quality Estimator) [17] - система создания виртуальных анализаторов.

RQE offline - графический пакет на платформе Microsoft Windows для простого проектирования и поддержки виртуальных анализаторов. Для создания виртуальных анализаторов можно использовать многовариантную

регрессию, метод PLS (Partial Least Square – частных наименьших квадратов) и нейронные сети. RQE offline также включает мастер для генерации онлайн-файла конфигурации.

RQESim - удобный для пользователя офлайн пакет моделирования и тестирования производительности RQE приложения. Он содержит инструменты для поиска и устранения неисправностей в существующем RQE приложении. Так же он может использоваться как инструмент для технического обслуживания, позволяя контролировать частоту обновления модели, ошибки прогноза или параметры в приложения.

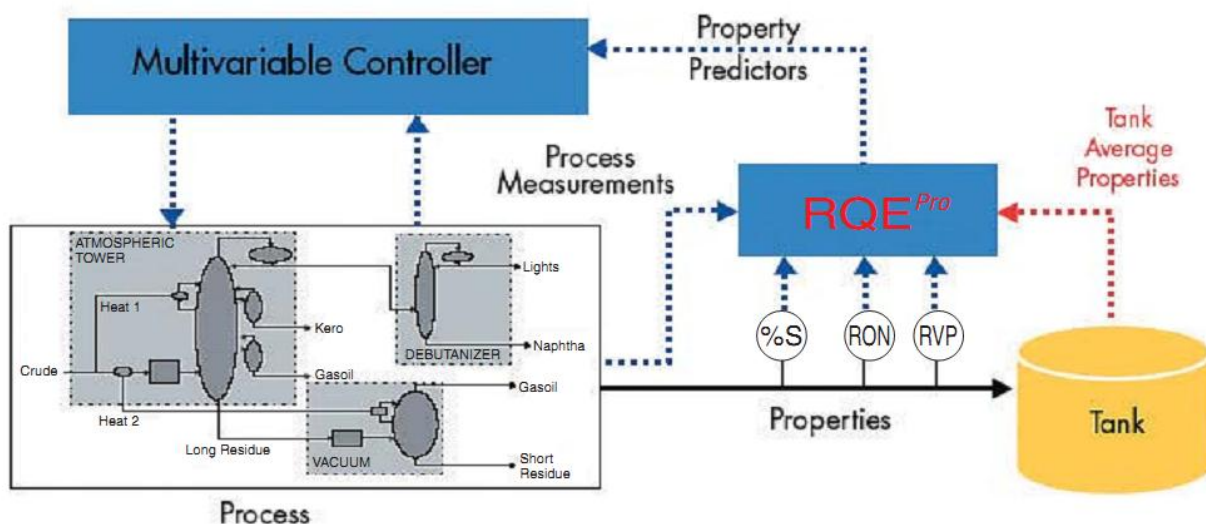


Рисунок 12. Место RQE в структуре управления технологическим процессом

RQE online - автономный продукт, который полностью интегрирован с другими продуктами APC фирмы Yokogawa. RQE online включает всю необходимую функциональность для устойчивой и надежной онлайн реализации виртуальных анализаторов. Он поддерживает онлайн калибровку модели от данных анализатора и/или лаборатории. Возможно подключение к различным DCS по OPC.

1.5. Функциональность решений

Полные решения в области АРС должны обладать следующей функциональностью:

1. Автоматический сбор необходимых данных ТП с требуемой частотой;
2. Автоматическое («пошаговое») тестирование установки в открытом контуре;
3. Средства построения модели ТП по данным тестирования в открытом контуре;
4. Автоматическое тестирование установки в замкнутом контуре с учетом технологических ограничений;
5. Автоматическая генерация модели ТП по данным тестирования в замкнутом контуре;
6. Возможности имитации работы технологической установки под управлением АРС в замкнутом контуре;
7. Средства построения виртуальных анализаторов;
8. Средства подстройки виртуальных анализаторов по данным лабораторного анализа в реальном времени;
9. Наличие стандартных операторского и инженерного графических интерфейсов АРС системы;
10. Наличие функции оптимизации управления по различным критериям (линейным и квадратичным);
11. Робастность управления в условиях возмущений (под робастностью понимается устойчивая работа АРС-приложений при неточной модели без снижения качества управления);
12. Наличие инженерных параметров для настройки управления и оптимизации в реальном времени (агрессивность управления, скорость оптимизации и т.п.);

13. Наличие стандартных интерфейсов связи с различными РСУ (ОРС-интерфейсы);
14. Возможности диагностики событий, связанных с функционированием системы базового регулирования (проверка достоверности сигналов)
15. Возможность оптимизация работы нескольких APC систем меньшей размерности (например, управляющих различными технологическими установками);
16. Автоматический сбор данных работы APC системы и их хранение;
17. Наличие средств автоматического мониторинга и диагностики работы APC приложений.

Если проанализировать решения, предлагаемые различными поставщиками, то можно сделать следующий вывод:

- Aspen Technology – отсутствует функция 5;
- Emerson – отсутствуют функции 5, 10 (только линейные функции оптимизации), 15,17;
- Honeywell – присутствуют все функции;
- Invensys – отсутствуют функции 14,15,16,17;
- Shell Global Solutions – отсутствуют функции 2, 4, 5.

В настоящее время только компании Aspen Technology, Honeywell и Shell Global Solutions предлагают современные решения в области APC, которые охватывают весь жизненный цикл APC систем, включая как внедрение, так и диагностику, и поддержку APC системы вовремя ее промышленной эксплуатации. В то же время, следует отметить, что компания Shell Global Solutions не предлагает средств автоматического пошагового тестирования ТП как в открытом, так и в замкнутом контуре, а также построения модели объекта по данным работы в замкнутом контуре.

1.6. Открытость и модульность APC решений, возможность постепенного наращивания систем

APC решения Honeywell имеют модульную структуру. Один многомерный контроллер, созданный на базе ПО Profit Controller, может охватывать один или несколько технологических блоков установки (например, атмосферный блок установки первичной переработки нефти, одну печь пиролиза установки производства этилена и т.д.). Вся технологическая установка может быть охвачена несколькими многомерными контроллерами, создаваемыми одновременно, в рамках одного APC проекта, или разновременно. Несколько APC систем Honeywell, работающих на различных технологических установках (например, установки бензинового пула НПЗ: каталитический риформинг, изомеризация, системы подготовки сырья, разделения продуктов риформинга и т.п.), могут быть охвачены одним динамическим оптимизатором высокого уровня Profit Optimizer.

APC решения компании Aspen Technology имеют подобную структуру, однако оптимизатор высокого уровня Aspen Real-Time Optimizer позволяет проводить оптимизацию только в статическом режиме. С другой стороны, многомерный регулятор DMCplus может состоять из нескольких подрегуляторов меньшей размерности, которые могут охватывать отдельные блоки установки.

APC решения корпорации Emerson рассчитаны, в основном, на не очень крупные установки (число управляющих и возмущающих воздействий меньше 40 в системе DeltaV PredictPro) и не позволяют решать задачи оптимизации высокого уровня (несколько установок).

APC решения компании Shell Global Solutions крайне сложно масштабировать и интегрировать.

1.7. Особенности российских партнеров отдельных разработчиков

Группа APC инженеров корпорации Honeywell в России по данным на 01.06.2010 насчитывает 7 чел.; в течение ближайшего времени предполагается ее расширение. При необходимости привлекаются консультанты из европейских офисов Honeywell. Всего в офисах Honeywell в Западной и Центральной Европе (исключая Россию) насчитывается более 30 инженеров и консультантов APC.

Данные о наличии кадровых ресурсов компании Yokogawa в России по внедрению APC отсутствуют. Для реализации APC проектов компания привлекает специалистов APC из своих зарубежных офисов (из Юго-восточной Азии), а также, возможно, из зарубежных офисов компании Shell Global Solutions.

По имеющимся сведениям, корпорация Emerson имеет одного инженера по APC в России. Для реализации проектов привлекались иностранные специалисты.

Компаний-партнеров в области APC в России компания Aspen Technology в настоящее время не имеет. Предыдущее соглашение о представлении решений Aspen в России с фирмой Ипериион было расторгнуто в апреле 2010. Собственных специалистов по APC компания Aspen в России на сегодня также не имеет.

Российское отделение фирмы Ипериион в настоящее время предлагает решения компании Invensys. Инженерные ресурсы Ипериион, в основном из офиса на Кипре, привлекаются, главным образом, для моделирования.

1.8. Апробированность APC решений в России и странах СНГ

В России и странах СНГ корпорация Honeywell в 2005-10 выполнила полномасштабные APC-проекты на 8-и установках первичной переработки

нефти, на одной АГФУ и на одной установке висбрекинга. В настоящее время в стадии выполнения находятся АРС-проекты еще на 2-х установках первичной переработки нефти, установке каталитического риформинга бензинов, установке изомеризации, а также на нефтегазовом терминале.

Данные о выполненных АРС-проектах в России и СНГ компании Yokogawa отсутствуют. По имеющимся сведениям, с 2009 г. реализуется проект внедрения АРС на печах пиролиза установки ЭП-300 одного из российских нефтехимических производств.

Корпорация Emerson реализовала 2 АРС-проекта в России: один – на производстве стирола в 2007 г. (маленький контроллер с размерностью модельной матрицы 4×4) и один – на установке первичной переработки нефти в 2007 г. (по имеющимся сведениям, эта АРС-система не эксплуатируется).

Данные о внедрении в России и странах СНГ АРС решений других поставщиков (Aspen Technology, Invensys и др.) отсутствуют.

1.9. Уровень локализации АРС решений

Операторский интерфейс АРС-систем Honeywell полностью русифицирован. Вся проектная документация поставляется на русском языке. Пользовательская документация (Руководство оператора ТП, Основы АРС для инженера-технолога, Руководства системного инженера) также поставляется на русском языке.

По имеющимся сведениям, интерфейс оператора системы Emerson DeltaV PredictPro русифицирован.

Сведений о русификации системы SMOС/RQE компании Yokogawa не имеется (АРС-решения на ее российском интернет-сайте не описаны).

Решения Aspen Technology в области АРС (DMCplus, Aspen IQ и другие) не русифицированы.

1.10. Методологическая оснащенность

Компания Aspen Technology учебных центров в России не имеет и обучение на русском языке не проводит.

Корпорация Honeywell предлагает набор стандартных и специализированных курсов обучения на русском языке по всему спектру вопросов, связанных с APC. Часть этих курсов проводится ведущими российскими инженерами APC, получившими соответствующую сертификацию от центров компетенции по APC корпорации Honeywell, для проведения остальных курсов приглашаются иностранные консультанты Honeywell (осуществляется устный русский перевод, а также перевод всех учебных материалов). Курсы могут проводиться в инженерном центре Honeywell в Москве, в других европейских центрах обучения Honeywell, или в учебных центрах заказчиков. Корпорация имеет стандартную методику внедрения APC-решений, которая включает все необходимые проверки качества для гарантирования успеха проекта. Инжиниринг проводится в соответствии с требованиями системы контроля качества корпорации, которая сертифицирована по международному стандарту качества ISO 9001:2008.

Emerson и Yokogawa имеют учебные центры в России; сведения о проведении там курсов по APC отсутствуют.

1.11. Лицензирование и стоимость APC продуктов и услуг

Компания Aspen Technology осуществляет гарантийное обслуживание на платной основе: имеются 3 уровня гарантийной поддержки («бронзовый», «серебряный», «золотой») – в зависимости от объема и сложности предоставляемых услуг.

Корпорация Emerson лицензирует ПО APC по количеству переменных, включенных в многомерный контроллер, что требует весьма точного предварительного оценивания конфигурации будущей APC системы.

Корпорация Honeywell лицензирует ПО APC по технологическим установкам. Например, одна лицензия может охватывать всю установку АВТ или кат. крекинга. Оценивание инжиниринга APC проводится на основе экспертных оценок ведущими инженерами Honeywell необходимых для реализации проекта часов. Гарантийное обслуживание (как правило, в течение 12 месяцев) осуществляется бесплатно.

1.12. Экономический эффект от внедрения

Движущей силой APC-проектов является получение прибыли. Основными источниками прибыли являются:

- Увеличение производительности установок;
- Увеличение выхода наиболее ценных продуктов;
- Уменьшение удельных энергозатрат;
- Стабилизация показателей качества продуктов;
- Снижение потерь при сменах режима;
- Повышение стабильности работы установок, их безопасности и управляемости.

«Практика показывает, что наибольшая прибыль от APC достигается не столько за счет качественного управления (хотя оно является необходимым условием достижения прибыли и, до определенной степени, ее источником), сколько за счет оптимизации работы установки по экономическому критерию. Оптимизация имеет место там, где можно задать экономический критерий качества (целевую функцию) работы установки, а основным параметрам ТП допускается изменяться в определенных диапазонах вместо того, чтобы строго соответствовать заданиям. Если все технологические

переменные соответствуют уставкам регуляторов, то целевая функция принимает фиксированное значение, и оптимизация невозможна. Если же параметрам разрешено изменяться в заданных пределах, то может быть поставлена, например, такая оптимизационная задача: максимизировать выход целевого продукта при соблюдении всех технологических и механических ограничений (спецификации продуктов, пределы по регулирующим клапанам, ограничения на работу ротационного оборудования и т.д.). APC-системы успешно решают подобные оптимизационные задачи для самых разных ТП» [74]

Рисунок 13 иллюстрирует, как APC помогает достигнуть дополнительных экономических выгод. Операторы завода склонны поддерживать режим в определенном «комфортном» диапазоне. Этот диапазон дает дополнительное время оператору, чтобы среагировать на изменения процесса. Приложение APC быстрее отвечает на изменения процесса (время реакции до 1 минуты). Что позволяет вести режим ближе к оптимальному.



Рисунок 13. Работа рядом с ограничениями: основное достоинство APC

Опыт работы APC-систем на современных установках показывает, что может быть достигнуты следующие показатели:

- Увеличение производительности по сырью – на 1-5%;
- Увеличение выхода продуктов – до 5%;
- Уменьшение операционных затрат – на 2-5%.

Необходимо также отметить, что стоимость внедрения систем APC ниже стоимости внедрения SCADA и DCS систем (см. Рисунок 14).

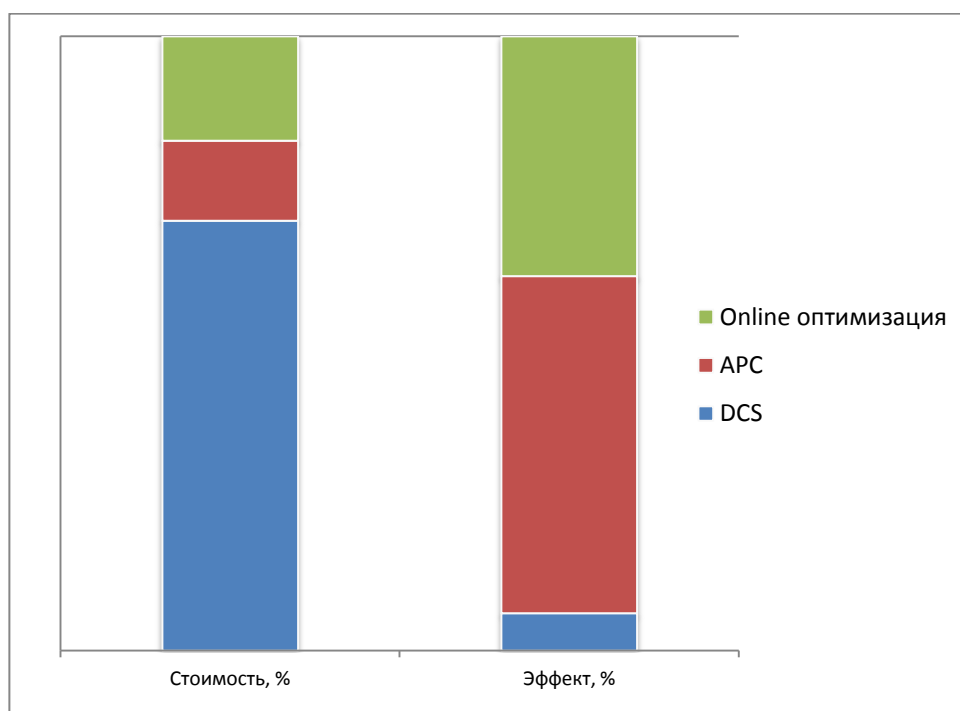


Рисунок 14. Относительные затраты и преимущества различных систем на НПЗ

Типичный срок окупаемости APC составляет от 3-х до 12-и месяцев, что дает высокую рентабельность инвестиций.

Анализ работы APC систем, проведенный компанией Solomon Associates [40] в конце 1990-х гг., показал, что на различных установках НПЗ достигается следующий экономический эффект (см. Таблица 4):

Таблица 4. Экономический эффект от внедрения АРС.

Технологическая установка	Удельная прибыль, центы США на баррель сырья	Типичная производительность, тыс. барр./сутки	Типичная прибыль, млн. долл. США в год
Атм. переработка нефти	5-10	135 (~4,5 млн. т. год)	2,5 – 5,0
Кат. крекинг	20-40	38	2,8 – 5,6
Кат. риформинг	5-25	25	0,5– 2,3
Гидрокрекинг	10-30	26	1,0 – 2,9
Алкилирование	5-35	10	0,2 – 1,3
Замедлен. коксование	10-40	31	1,1 – 4,5
Вторичная перегонка бензинов	10-20	40	1,5 – 2,9
Изомеризация	5-15	30	0,5 – 1,6
ВДУ (масляного типа)	10-40	10	0,4 – 1,5
Производство ароматики	15-20	15	0,8 – 1,1
МТБЭ (маленькая)	28-40	4	0,4 – 0,6
МТБЭ (большая)	50-80	15	2,7 – 1,4

Из таблицы видно, что системы АРС позволяют повысить эффективность нефтепереработки и достичь существенной экономической выгоды.

Глава 2. Разработка алгоритма прогнозирования показателей качества нефтепродуктов

2.1. Описание технологического процесса каталитического риформинга бензина

В качестве объекта автоматизации была взята установка риформинга Л-35/11-1000 цеха гидроочистки и риформирования бензиновых фракций. В состав цеха входят:

- Установка гидроочистки ГО-4;
- Установка риформинга Л-35/11-1000;

Схема материальных потоков цеха с указанием основных счетчиков расхода сырья приведена на рисунке ниже (см. Рисунок 15).

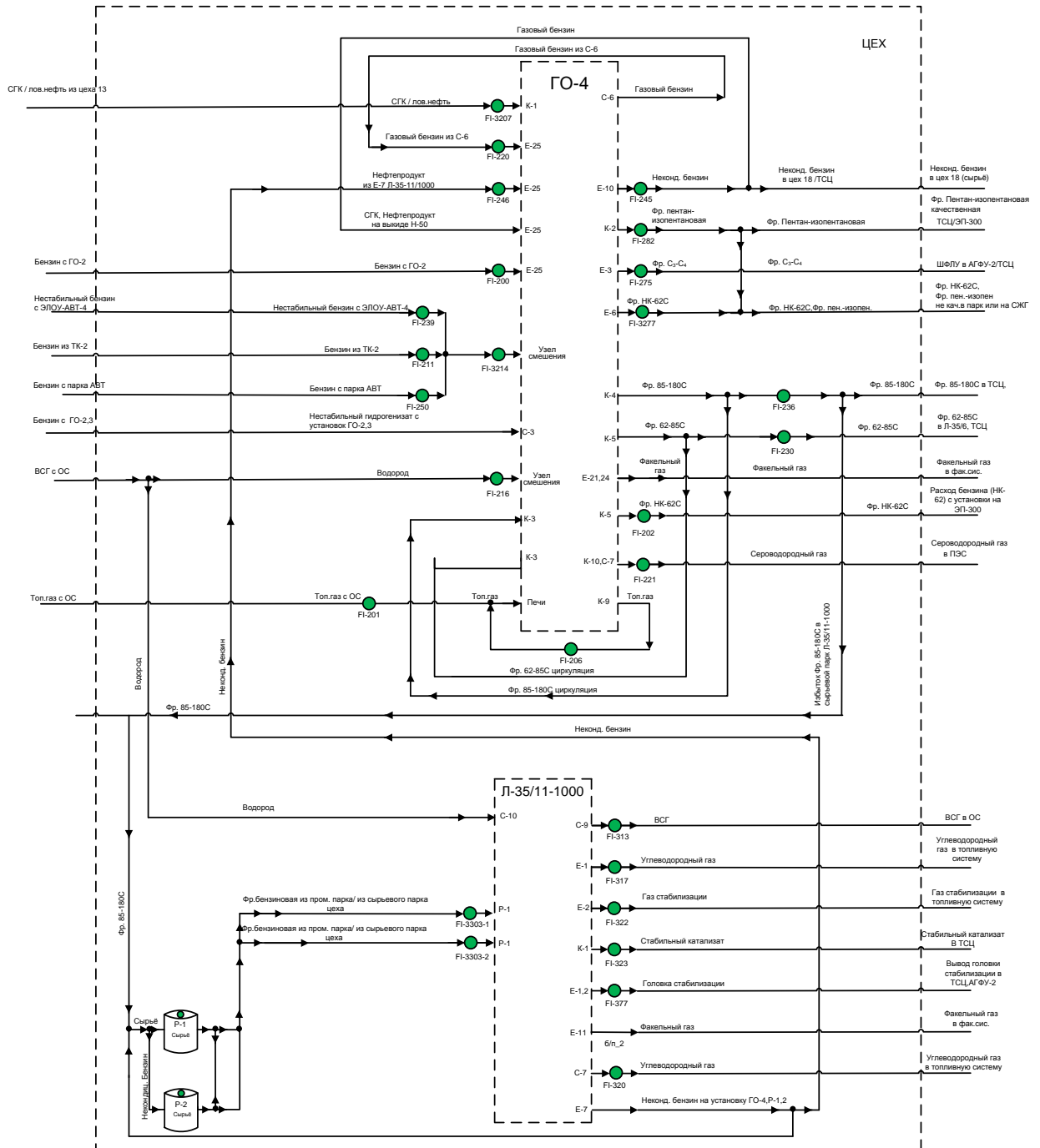


Рисунок 15. Схема материальных потоков цеха

Установка каталитического риформинга является обязательным звеном любого современного нефтеперерабатывающего завода. Назначение данного процесса - получение высокооктанового компонента автомобильных бензинов, ароматизированного концентрата для производства индивидуальных ароматических углеводородов и технического водорода в результате каталитических превращений бензиновых фракций.

Основные продукты процесса:

- Стабильный катализат - является компонентом высокооктановых бензинов, может применяться в качестве сырья блока выделения ароматического концентрата установки Л-35/6 и дальнейшей совместной переработки с катализатом Л-35/6 с целью дополнительной выработки бензола, толуола, сольвента;
- Водородсодержащий газ - выводится в заводскую сеть для дальнейшего использования на установках гидроочистки и гидрокрекинга;
- Углеводородный (топливный) газ после, используется в качестве топлива в топливной сети.

Процесс каталитического риформинга бензина на установке Л-35-11/1000 состоит из следующих стадий:

1. Предварительная гидроочистка сырья в реакторе Р-1;
2. Стабилизация полученного гидрогенизата;
3. Каталитический риформинг в реакторах Р-2, Р-3, Р-4;
4. Стабилизация полученного катализата.

Приведенное ниже описание технологического процесса и аппаратов было составлено на основе технологического регламента по эксплуатации установки каталитического риформинга бензинов одного из крупных НПЗ. Технологический регламент является основным техническим документом, определяющим технологический режим, порядок проведения операций технологического процесса, обеспечивающий выработку бензина требуемого качества, безопасные условия эксплуатации производства, а также требования охраны окружающей среды.

Установка Л-35-11/1000 состоит из блоков:

1. Блок предварительной гидроочистки;
2. Блок стабилизации гидрогенизата;
3. Блок каталитического риформинга;

4. Блок стабилизации катализата.

На рисунках ниже (Рисунок 16 - Рисунок 19) показаны принципиальные схемы блоков установки каталитического риформинга бензинов.

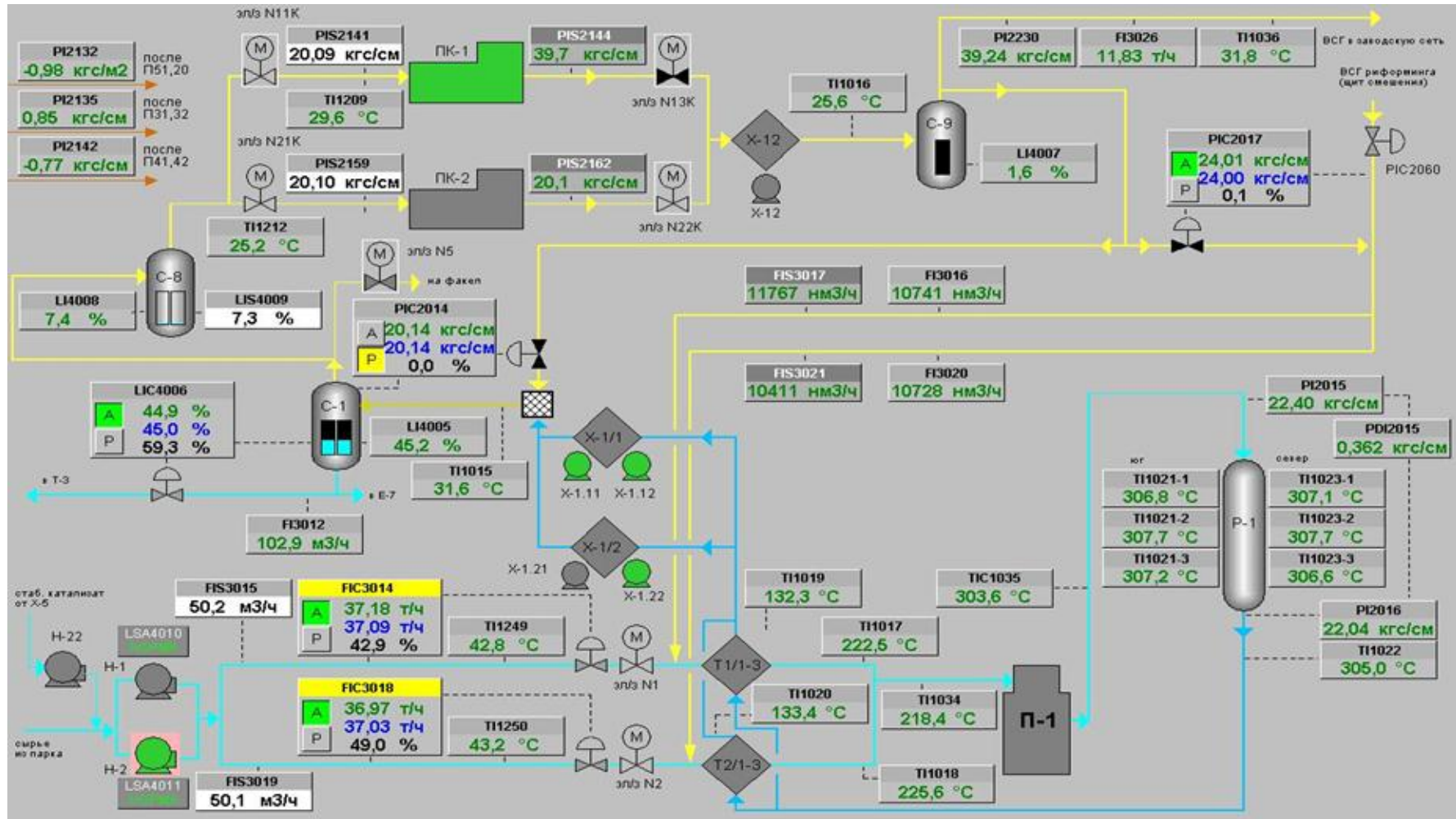
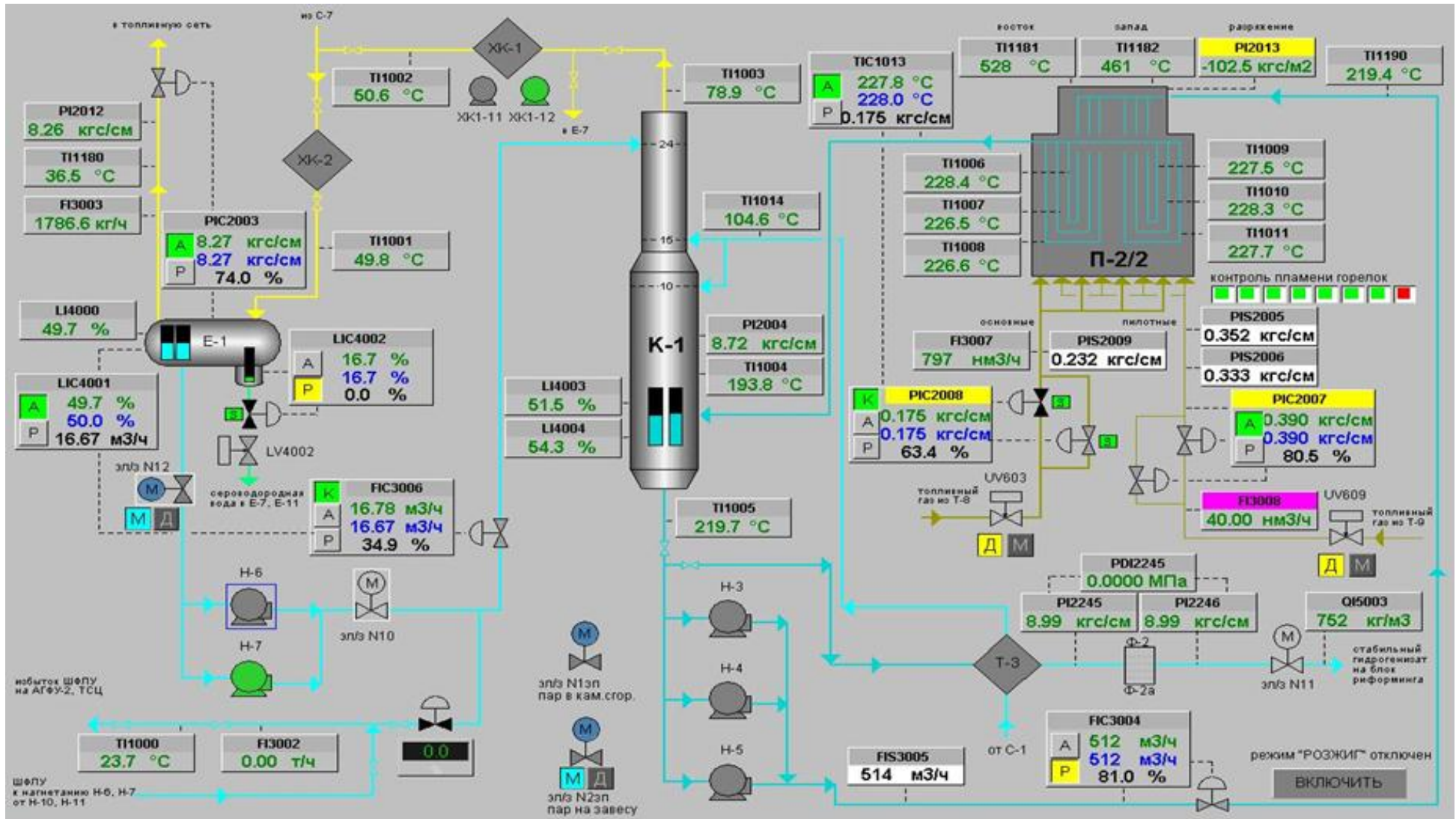


Рисунок 16. Блок предварительной гидроочистки



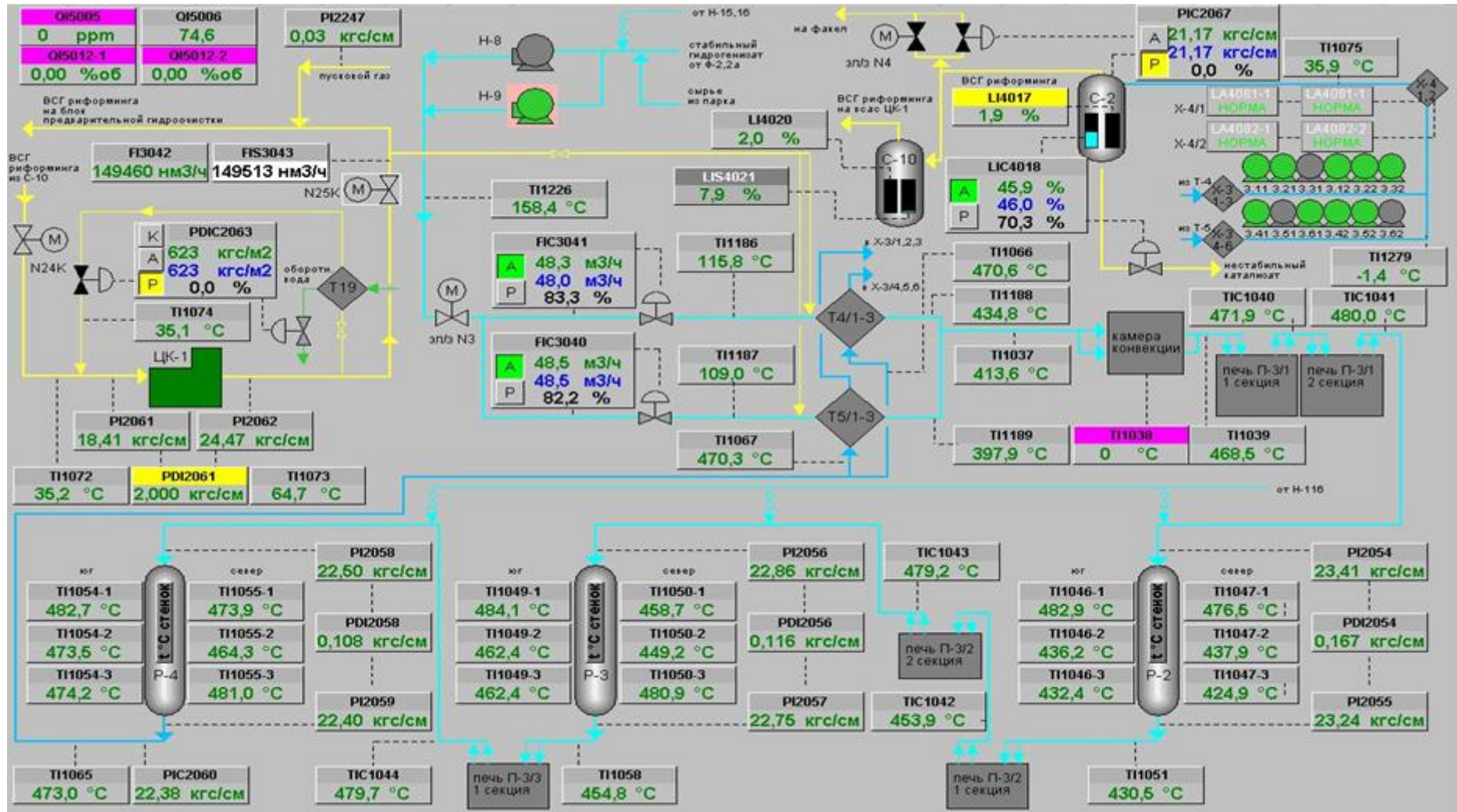


Рисунок 18. Блок каталитического риформинга

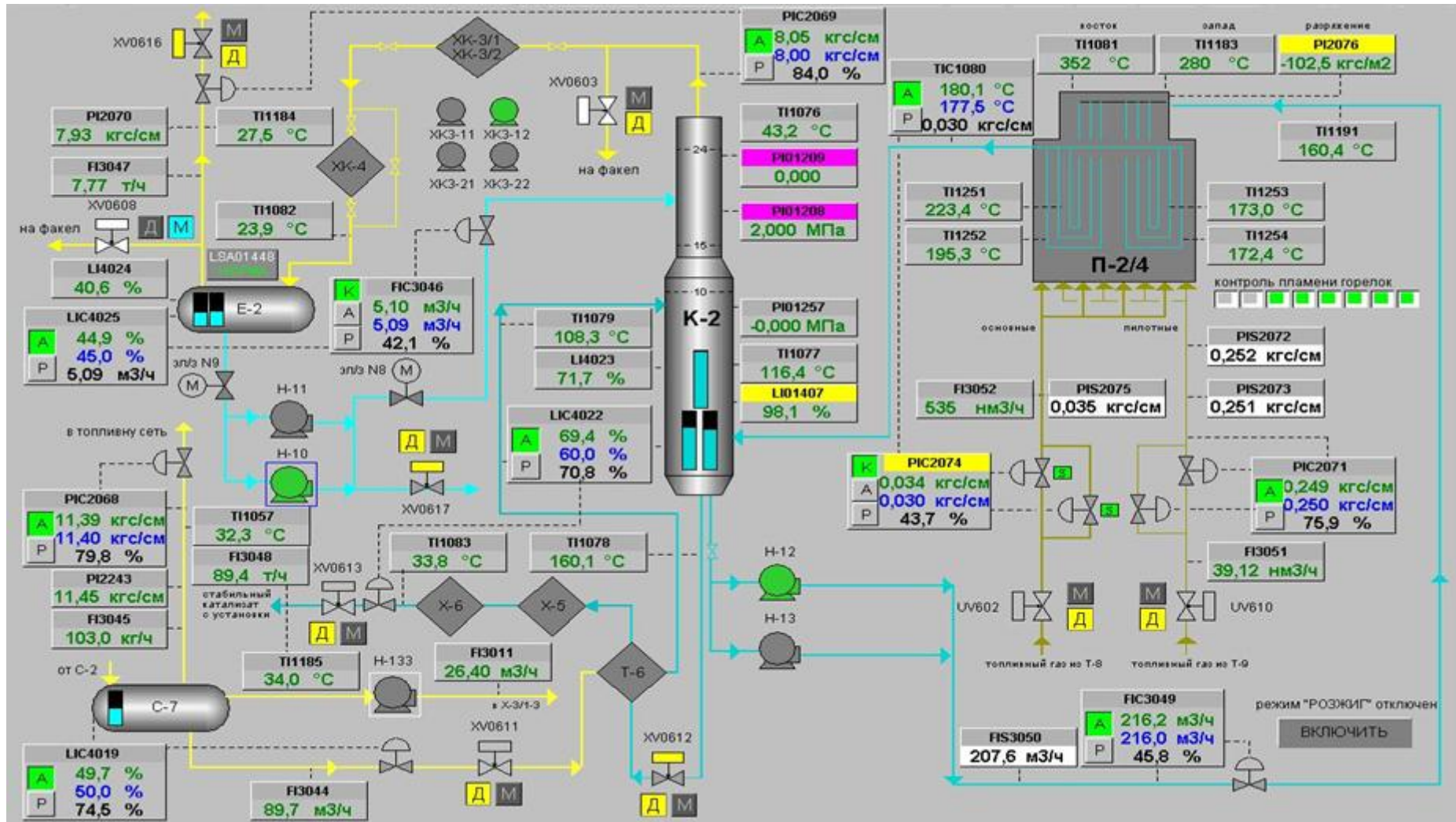


Рисунок 19. Блок каталитического риформинга

2.1.1. Блок предварительной гидроочистки

Сырье (бензиновая фракция) поступает на установку из сырьевого парка на прием подпорного насоса Н-22 или помимо него на прием сырьевых насосов Н-1, Н-2 и подается на смешение с избыточным водородсодержащим газом риформинга двумя параллельными потоками.

Первый поток газосырьевой смеси поступает в межтрубное пространство теплообменников Т-1/1,2,3, второй - в межтрубное пространство теплообменников Т-2/1,2,3, где нагревается за счет газопродуктовой смеси из реактора Р-1.

Количество сырья регулируется клапанами поз. FV3014, FV3018, установленными перед Т-1,2 (1,2,3).

На выходе из теплообменников Т-1,2(1,2,3) сырьевая смесь объединяется в один поток и поступает в печь гидроочистки П-1 для нагрева до температуры реакции 280-400 °С. На входе в печь П-1 газосырьевая смесь разделяется на 4 потока, которые параллельно проходят камеру конвекции, затем камеру радиации. На выходе из печи П-1 потоки объединяются в один, и газосырьевая смесь направляется в реактор Р-1. Температура потока газосырьевой смеси на выходе из печи П-1 регистрируется поз.1035. Давление топливного газа в коллекторе основных горелок печи П-1 регулируется клапаном - регулятором давления поз. FV 3024-1 (байпасный поз. FV 3024-2) установленным на подаче топливного газа к горелкам печи П-1 с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1035 (общий поток).

В реакторе Р-1 происходит очистка сырья от серы на алюмокобальтмолибденовом РК катализаторе.

С низа реактора Р-1 газопродуктовая смесь двумя параллельными потоками проходит через трубное пространство теплообменников Т-1(3,2,1), Т-2(3,2,1), где отдает свое тепло газосырьевой смеси, затем охлаждается в

воздушном холодильнике Х-1(1,2), водяном холодильнике Х-2 и с температурой 45°C поступает в сепаратор С-1. В сепараторе С-1 происходит разделение газопродуктовой смеси на нестабильный гидрогенизат и водородсодержащий газ (ВСГ).

ВСГ из сепаратора С-1 через сепаратор С-8 поступает на прием компрессора ПК-1 (ПК-2). Жидкий продукт с низа сепаратора С-8 периодически перепускается в С-7, а также имеется возможность дренирования в факельную емкость Е-11 через дроссельную шайбу. Уровень в сепараторе С-8 регистрируется двумя уровнемерами поз. 4008, 4009.

Уровень нестабильного гидрогенизата в сепараторе С-1 поддерживается двумя уровнемерами поз. 4005, 4006 в значении 20-90 % диапазона измерений. При необходимости прекращения подачи ВСГ на прием ПК-1,2 имеются электродвигатели, которые установлены: на приеме (эл. задвижки № 11К, 21К) и выкиде (эл. задвижки № 13К, 22К) компрессоров. Давление на всасе ПК-1 (ПК-2) поддерживается в пределах 17-24 кгс/см² (1,67-2,35 МПа).

ВСГ после сжатия компрессорами ПК-1,2 (не выше 58 кгс/см² (5,69 МПа)) охлаждается в воздушном холодильнике Х-12, (температура ВСГ после него регистрируется прибором поз.1016) затем поступает в сепаратор С-9.

Часть ВСГ через клапан-регулятор давления PV 2017 на узле смешения блока гидроочистки, поступает с сырьем в теплообменники Т-1 (1,2,3), Т-2(1,2,3) и далее по схеме блока, (для поддержания объемного соотношения ВСГ/сырье не менее 100). Меньшая часть ВСГ через клапан-регулятор давления поз. PV 2014 в сепараторе С-1 возвращается в него для регулирования давления в системе и на приеме ПК-1,2.

Балансовый избыток ВСГ выводится с установки, количество которого регистрируется прибором поз. 3026.

Жидкий продукт из С-9 периодически перепускается в С-7 или Е-7, а также имеется возможность дренирования в факельную емкость Е-11 через дроссельную шайбу.

Уровень в С-1 регулируется клапаном-регулятором уровня (поз. LV 4006). Показания уровня в С-1 дублируются регистрирующим прибором поз. 4005. Клапан-регулятор уровня поз. LV 4006 установлен на линии выхода гидрогенизата из С-1.

Нестабильный гидрогенизат из сепаратора С-1 через клапан-регулятор уровня С-1 - LV 4006 проходит трубное пространство теплообменника Т-3, где нагревается за счет тепла стабильного гидрогенизата с низа колонны К-1, затем поступает в отпарную колонну К-1 на 10-ю и 15-ю тарелки. Количество нестабильного гидрогенизата из С-1 регистрируется прибором поз. 3012.

2.1.2. Блок стабилизации гидрогенизата

Колонна К-1 предназначена для выделения из нестабильного гидрогенизата растворенных газов и воды. Из верхней части колонны К-1 углеводородные газы после охлаждения и конденсации в воздушном холодильнике ХК-1 и водяном ХК-2 разделяются на углеводородный газ и жидкую фазу (ШФЛУ) в емкости орошения Е-1. Температура на выходе из ХК-2 поддерживается не выше 45°C.

Углеводородный газ из емкости Е-1 через расходомер поз. 3003 и клапан-регулятор давления в системе К-1 поз. PV 2003 выводится с установки в топливную сеть или в период пуска имеется возможность сброса газа на факел.

Давление в колонне К-1 поддерживается не выше 12,5 кгс/см² (1,23 МПа).

Жидкая фаза из емкости Е-1 возвращается в колонну К-1 на 24-ю тарелку насосом Н-6, Н-7 в качестве орошения через клапан-регулятор

расхода орошения (поз. FV 3006), с коррекцией по уровню Е-1 (поз. 4001, 4000).

Имеется возможность аварийного отсечения насосов Н-6,7 по месту или дистанционно из операторной, по приему - электрозадвижкой № 12, по нагнетанию - электрозадвижкой № 10.

Для колонны К-1 подбирается температурный режим, исключающий образование избытка орошения. Отстоявшаяся сероводородная вода с емкости Е-1 через клапан-регулятор раздела фаз поз. LV4002, дренируется в факельную емкость Е-11 или Е-7. Уровень низа колонны К-1 регистрируется приборами поз.4003, 4004.

Необходимое для отпарки в колонне К-1 количество тепла вводится циркуляцией стабильного гидрогенизата (горячая струя) с низа колонны К-1 через трубчатую печь П-2/2 насосами Н-3,4,5. Температура на выходе из П-2/2 поддерживается не выше 252°C.

Количество горячей струи в пределах 490-900 м³/ч регулируется регулятором расхода, клапан которого (поз. FV3004) установлен на выкидной линии насосов Н-3,4,5. Температура низа колонны К-1 поддерживается не выше 252°C.

На входе в печь П-2/2 горячая струя разделяется на 6 потоков, которые параллельно проходят камеры конвекции и радиации. На выходе из печи П-2/2 потоки объединяются в один, и горячая струя направляется в колонну К-1. Температура каждого потока горячей струи на выходе из печи П-2/2 регистрируется поз.1006,1007,1008,1009,1010,1011.

Температура перевалов печи П-2/2 не выше 790°C (поз.1181, 1182). Давление топливного газа в коллекторе основных горелок регулируется регулятором давления поз.FV3007-1 (байпасный FV3007-2) с коррекцией по температуре горячей струи на выходе из печи поз. 1013. Давление топливного газа пилотных горелок регулируется регулятором давления поз.PV2007-1 (байпасный поз. PV2007-2).

Стабильный гидрогенизат с низа колонны К-1 направляется через межтрубное пространство теплообменника Т-3, далее в два параллельно смонтированных фильтра Ф-2 (Ф-2а), служащих для предотвращения попадания механических примесей, шлака в полости насосов и электрозадвижку № 11, на прием насоса Н-8 (Н-9). Для отбора проб стабильного гидрогенизата предусмотрен холодильник Х-7, расположенный на приемной линии насоса Н-8 (Н-9).

Имеется возможность вывода стабильного гидрогенизата после Т-3 через Х-5, Х-6 в сырьевой парк во время пуска блока гидроочистки без блока риформинга.

2.1.3. Блок каталитического риформинга

Блок каталитического риформинга состоит из двух отделений:

- Реакторное отделение с турбокомпрессором;
- Печное отделение и котел-утилизатор.

2.1.3.1 Реакторное отделение с турбокомпрессором

Стабильный гидрогенизат (сырье блока риформинга) с выкида насосов Н-8(Н-9) в пределах $80 \div 200$ м³/ч (40-100 м³/ч на поток) через электрозадвижку №3 двумя параллельными потоками через клапаны регуляторы расхода поз. FV 3040, FV 3041 подается на смешение с ВСГ, идущим с выкида турбокомпрессора ЦК-1.

Расход ВСГ регистрируется прибором поз. 3042. Соотношение водородсодержащего газа к сырью поддерживается не менее 1000 нм³/м³ сырья.

Далее газосырьевая смесь проходит двумя параллельными потоками межтрубное пространство теплообменников Т-4(1,2,3,4), Т-5(1,2,3,4), в

которых нагревается за счет тепла обратного потока продуктов реакции с Р-4 и поступает в печь риформинга П-3 одним потоком.

Печь риформинга состоит из трех секций П-3/1, П-3/2, П-3/3, на входе в печь газосырьевая смесь разделяется на два потока, которые параллельно проходят камеру конвекции, объединяются в один коллектор, проходит последовательно 2 камеры радиации П-3/1 и поступает в реактор Р-2.

Реакции ароматизации бензина протекают с поглощением тепла, вследствие чего температура в реакторах понижается, поэтому для поддержания температуры в пределах 480-530°С. в зоне реакции установлены 3 реактора с межступенчатым подогревом газосырьевой и газопродуктовой смеси в конвекционной и радиантной секциях печи П-3.

Из реактора Р-2 газопродуктовая смесь проходит последовательно две камеры радиации печи П-3/2 и поступает в реактор Р-3.

После реактора Р-3 газопродуктовая смесь двумя параллельными потоками проходит камеру радиации печи П-3/3, объединяется в один поток и поступает в реактор Р-4. Рабочая температура на входах газопродуктовой смеси в реакторы (т.е. на выходах из секции печи П-3) регистрируется.

Давление топливного газа в коллекторе основных горелок 1 секции печи П-3/1 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. FV 3027-1 (байпасный FV 3027-2) с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1040.

Давление топливного газа в коллекторе пилотных горелок 1 секции печи П-3/1 поддерживается автоматически клапаном-регулятором давления поз. PV 2027-1 (байпасный PV 2027-2).

Давление топливного газа в коллекторе основных горелок 2 секции печи П-3/1 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз.FV 3030-1 (байпасный FV 3030-2) с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1041.

Давление топливного газа в коллекторе пилотных горелок 2 секции печи П-3/1 поддерживается автоматически клапаном-регулятором давления поз. PV 2030-1 (байпасный PV 2030-2).

Давление топливного газа в коллекторе основных горелок 1 секции печи П-3/2 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз.FV 3031-1 (байпасный FV 3031-2) с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1042.

Давление топливного газа в коллекторе пилотных горелок 1 секции печи П-3/2 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. PV 2039-1 (байпасный PV 2039-2).

Давление топливного газа в коллекторе основных горелок 2 секции печи П-3/2 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. FV 3034-1 (байпасный FV 3034-2) с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1043.

Давление топливного газа в коллекторе пилотных горелок 2 секции печи П-3/2 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. PV 2042-1 (байпасный PV 2042-2).

Давление топливного газа в коллекторе основных горелок секции печи П-3/3 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. FV 3035-1 (байпасный FV 3035-2) с коррекцией по температуре газосырьевой смеси на выходе из печи поз.1044.

Давление топливного газа в коллекторе пилотных горелок 1 секции печи П-3/3 поддерживается автоматически клапаном - регулятором давления поз. PV 2051-1 (байпасный PV 2051-2).

Для безопасной эксплуатации печи П-3 производится замер температуры стенок труб змеевика на выходе из радиантной камеры в общий коллектор. Контроль за температурой в зонах реакции реакторов осуществляется по многозонным термопарам в реакторах Р-1 (1021, 1023) и Р-2 (1046,1047), Р-3 (1049,1050) и Р-4 (1054,1055). Газопродуктовая смесь из реактора Р-4 разделяется на два потока и проходит, соответственно

T-4 (4,3,2,1) → X-3(1,2,3)

T-5 (4,3,2,1) → X-3(4,5,6)

и далее объединяются в один поток, и охлаждаются до температуры не более 45°C в водяных холодильниках X-4/1, 4/2 (или минуя их) поступает в сепаратор высокого давления С-2, где происходит разделение ВСГ и нестабильного катализата.

ВСГ риформинга с верха сепаратора С-2 направляется в сепаратор С-10 и компрессором ЦК-1 возвращается в систему циркуляции риформинга. Избыточное количество ВСГ, образующееся в процессе риформинга подается в систему гидроочистки сырья с нагнетания компрессора через клапан-регулятор давления поз. PV 2060. Уровень в сепараторе С-10 регистрируется двумя уровнемерами поз. 4020, 4021. Жидкий продукт с низа сепаратора С-10 периодически перепускается в С-7, а также имеется возможность дренирования в факельную емкость Е-11

Нестабильный катализат после отделения ВСГ из С-2 через клапан-регулятор уровня в С-2 поз. LV 4018 поступает в сепаратор низкого давления С-7, где происходит дополнительная сепарация газов. Газ из сепаратора С-7 через клапан-регулятор давления в С-7 поз. PV 2068 направляется в топливную сеть. Давление газа в С-7 поддерживается не выше 15 кгс/см² (1,47МПа). Показания уровня в С-2 дублируются поз.4017.

Уровень нестабильного катализата в сепараторах С-2,7 поддерживается в значениях 20-80% предела измерений.

2.1.3.2 Печное отделение и котел-утилизатор

Печное отделение включает в себя четыре печи: П-1, П-2/2, П-2/4, П-3 и котел - утилизатор КУ-201.

Печь П-1 предназначена для подогрева газосырьевой смеси блока гидроочистки до температуры реакции 280-400°C (в начале и в конце цикла реакции). Печь П-1 состоит из конвекционной и радиантной камер.

Печь П-2/2 предназначена для подогрева низа колонны К-1 путем циркуляции части нижнего продукта К-1 по змеевикам печи. Печь П-2/2 состоит из конвекционной и радиантной камер.

Печь П-2/4 предназначена для подогрева низа колонны К-2 путем циркуляции части нижнего продукта К-2 по змеевикам печи. Печь П-2/4 состоит из конвекционной и радиантной камер.

Печь П-3 предназначена для подогрева газосырьевой и газопродуктовой смеси блока риформинга. Печь П-3 состоит из трех секций: П-3/1, П-3/2, П-3/3. П-3 имеет одну общую для всех секций конвекционную камеру.

Секции П-3/1, П-3/2 имеют две камеры радиации каждая, П-3/3 имеет одну радиантную камеру.

Работа печей П-1, П-2/2, П-2/4, П-3 предусмотрена на газообразном топливе. Работа горелок печей П-1, П-2/2, П-2/4, П-3/1,2,3 предусмотрена на естественной тяге воздуха. Необходимая тяга создается за счет дымовой трубы А-58 (Н-150м). В камерах печей П-1, П-2/2, П-2/4, П-3/1 установлены приборы разрежения поз.2023, 2013, 2076, 2064, 2065, 2066 соответственно. При снижении разрежения в камерах сгорания печи до 10 кгс/м² подается световой и звуковой сигнал в операторной.

Дымовые газы от печей П-1, П-2/2, П-2/4, П-3 собираются в общий дымоход и направляются для подогрева воды с целью получения пара 16 кгс/см² (1,57 МПа) в котле-утилизаторе. Температура дымовых газов до котла-утилизатора и после котла контролируется прибором поз.1104,1193,1105.

2.1.4. Блок стабилизации катализата

Нестабильный катализат из сепаратора С-7 через расходомер поз. 3044, клапан-регулятор уровня в С-7 поз. LV 4019 проходит трубное пространство теплообменника Т-6, поступает на верхнюю часть стабилизационной колонны К-2.

Из верхней части колонны К-2 выводится газ стабилизации, с температурой не выше 80°C, а также пары ШФЛУ и орошения, которые охлаждаются и конденсируются в воздушном холодильнике ХК-3/1,2, в водяном ХК-4 до температуры не выше 45°C (имеется возможность байпасировать ХК-4), и поступает в емкость орошения Е-2, где разделяется на газ стабилизации и ШФЛУ.

Газ стабилизации через расходомер поз. 3047 и клапан-регулятор давления поз. PV 2069 в системе К-2, выводится с установки в топливную сеть.

ШФЛУ из емкости Е-2 насосом Н-10 (Н-11) через клапан-регулятор расхода орошения поз. FV 3046 с коррекцией по уровню Е-2 поз. 4025, подается на верхнюю тарелку колонны К-2 в качестве орошения.

Балансовый избыток ШФЛУ насосом Н-10 (Н-11) совместно с избытком ШФЛУ К-1 (с насосов Н-6,7) через общий расходомер поз. 3002 выводится с установки в ТСЦ или на АГФУ-2. Расход регулируется клапаном поз. HV3002.

Необходимое для стабилизации количество тепла вводится в колонну К-2 циркуляцией стабильного катализата (горячая струя) в пределах 165-300 м³/ч через трубчатую печь П-2/4, насосом Н-12(Н-13). Количество горячей струи в К-2 регулируется регулятором расхода поз. FV 3049, клапан которого установлен на выкиде Н-12(Н-13). Температура низа колонны К-2 поддерживается не выше 250°C.

На входе в печь П-2/4 горячая струя разделяется на 4 потока, которые параллельно проходят камеры конвекции и радиации. На выходе из печи П-

2/4 потоки объединяются в один, и горячая струя направляется в колонну К-2.

Температура каждого потока горячей струи на выходе из печи и температура перевалов П-2/4 регистрируется поз.1251,1252,1253,1254, 1081,1183. Давление топливного газа к горелкам печи П-2/4 регулируется клапаном-регулятором давления топливного газа перед основными горелками печи поз. PV 3052-1 (байпасный PV 3052-2) с коррекцией по температуре горячей струи на выходе из печи (поз.1080), которая не должна превышать 252°C, и клапаном-регулятором давления топливного газа к пилотным горелкам поз. PV 2071-1 (байпасный PV 2071-2).

Стабильный дебутанизированный катализат из нижней части колонны К-2 с температурой не выше 250°C проходит межтрубное пространство теплообменника Т-6, где отдает свое тепло нестабильному катализату, охлаждается в воздушном холодильнике Х-5, водяном Х-6 и с температурой выхода не выше 45 °С и через клапан-регулятор уровня в К-2 поз. LV 4022, выводится с установки. Количество стабильного катализата, выводимого с установки, контролируется прибором поз.3048.

2.2. Основные факторы, влияющие на процесс гидроочистки

Основными факторами, влияющими на процесс гидроочистки, являются: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции водородсодержащего газа.

Температура. Реакции гидрирования сернистых, кислородных и азотных соединений протекают при определенных температурах. Наиболее благоприятными температурами являются 280-350°C. При повышении температуры скорость реакции гидрирования сернистых и непредельных соединений возрастает, дегидрирование нафтеновых интенсифицируется. Однако, при температурах выше 350°C интенсивность целевых реакций

гидроочистки и особенно гидрирования непредельных углеводородов снижается. Это связано с возрастанием доли реакции гидрокрекинга.

Давление. Глубина очистки растет с увеличением парциального давления водорода, которое зависит от общего давления в системе, расхода подаваемого водородсодержащего газа и концентрации водорода в нем.

При возрастании общего давления в системе растет парциальное давление водорода, способствующее увеличению глубины гидроочистки. Блоки предварительной гидроочистки рассчитаны на переработку бензиновых фракций при давлении до 30 кгс/см² (2,94 МПа).

Объемная скорость подачи сырья. С увеличением объемной скорости уменьшается время пребывания сырья в реакторе, т.е. время контакта сырья с катализатором. При этом уменьшается глубина гидрообессеривания.

В случае уменьшения объемной скорости увеличивается глубина гидрообессеривания, уменьшается производительность установки. Объемная скорость гидроочистки бензина на установке принята - 2,5 час⁻¹.

Кратность циркуляции водородсодержащего газа (ВСГ). При теоретически необходимых количествах водорода реакции гидрирования сернистых соединений могут протекать практически нацело, скорость реакции будет очень мала, ввиду малых парциальных давлений водорода. Поэтому процесс ведут с избытком водорода.

Активность катализатора. Чем выше активность катализатора, тем с более высокой объемной скоростью можно проводить процесс и глубже обессеривать сырье. Свежий катализатор должен иметь индекс активности не ниже 95%. Если активность свежего катализатора не достигает максимальной величины, катализатор активируют в течение нескольких часов при температуре выше 300°C. Со временем активность катализатора падает за счет отложений кокса на поверхности катализатора. Для восстановления активности катализатор подвергается паровоздушной регенерации.

2.3. Основные факторы, влияющие на процесс риформинга

Основными факторами, влияющими на процесс риформинга, являются: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции водородсодержащего газа.

Температура. С повышением температуры выход бензина риформинга снижается, а содержание в нем ароматических углеводородов и октановое число возрастает, при этом увеличивается газообразование, отложение кокса на катализаторе. Постепенным повышением входных температур компенсируется естественное снижение активности катализатора в реакционном цикле, и длительность последнего определяется темпом (скоростью) повышения температуры. Температуру на входе в реакторы за один раз не следует повышать более чем на 2°C.

Прежде чем уменьшить загрузку установки сырьем, следует снизить температуру на входе в реакторы. Повышение температуры следует производить лишь после увеличения загрузки. Температура реакции риформинга на установке не должна превышать 530°C при плавном повышении температуры от начала и до конца цикла, с учетом обеспечения октановой характеристики получаемого продукта.

Давление. Повышение давления снижает коксообразование, но одновременно усиливает гидрокрекинг и подавляет образование ароматических углеводородов. При понижении давления увеличивается селективность процесса риформинга.

Снижение давления усиливает коксообразование, но повышает степень ароматизации. При понижении давления уменьшается производительность циркуляционных компрессоров и снижается кратность циркуляции водородсодержащего газа.

Объемная скорость подачи сырья. С повышением объемной скорости увеличивается выход катализата, а содержание в нем ароматических углеводородов и октановое число снижается, т.к. уменьшается время

контакта сырья с катализатором, проектом принята объемная скорость 1,5 час-1.

Кратность циркуляции водородсодержащего газа. Для недопущения в условиях применяемых температур 480-530 °С реакцией глубинного распада и коксообразования процесс риформинга осуществляется в среде газа с содержанием водорода не менее 65 % об. Кратность циркуляции (отношение к загрузке сырья) водородсодержащего газа составляет не менее 1000 нм³/м³.

Высокая кратность разбавления паров реакционной смеси водородсодержащим газом благоприятно влияет на продолжительность работы катализатора. Но при постоянной величине объемной скорости сырья и повышении кратности циркуляции водорода увеличивается линейная скорость газопродуктовой смеси в зоне реакции, за счет разбавления водородсодержащим газом снижается концентрация бензина в зоне реакции, в результате чего снижается вероятность контакта бензина с активными центрами катализатора и, соответственно, уменьшается степень превращения сырья. Отсюда следует, что благоприятное действие разбавления водородом ограничено возможным уменьшением глубины превращения сырья.

2.4. Технологические процессы как объекты управления

2.4.1. Технологические установки

Технологические установки включают в свой состав одну или несколько секций, связанных между собой межсекционными потоками. Входным потоком первой секции является перерабатываемое сырье, входными потоками промежуточных секций являются межсекционные потоки, выходными потоками каждой секции являются отбираемые продукты и межсекционные потоки.

Секции состоят из технологических аппаратов, в которых производятся конечные или промежуточные продукты, обладающие определенным

набором показателей качества. Последовательность аппаратов, связанных между собой межаппаратными потоками, образует технологическую схему переработки сырья, поступающего в первый аппарат.

На каждом аппарате выполняются регулярные измерения некоторого набора технологических параметров, характеризующих режим в аппарате, от которого зависят выходы получаемых в аппарате продуктов и показатели их качества. Показатели качества измеряются лабораторными методами и достаточно редко (один раз в вахту или даже в сутки).

2.4.2. Параметры технологических процессов

С точки зрения управления технологические переменные, а также потоки, которым они принадлежат, подразделяются на входные и выходные.

Входные переменные. Входные переменные объекта объединяют переменные, значения которых не могут быть изменены в самом объекте. Сюда относятся входные измеряемые переменные, редко измеряемые показатели качества сырья и реагентов, и неконтролируемые возмущения.

Входными измеряемыми переменными являются измеряемые параметры входных потоков – их расходы, температуры, давления и, если таковые имеются, автоматически измеряемые показатели качества сырья и реагентов.

Входными редко измеряемыми переменными являются показатели качества входных потоков, измеряемые в лаборатории.

К *входным неконтролируемым возмущениям* относятся неконтролируемо изменяющиеся параметры входных потоков. Это качество сырья, анализируемое в лаборатории, или не измеряемые параметры входных потоков, влияющие на процесс. Количество независимых неконтролируемых возмущений определяет размерность неконтролируемых возмущений.

Выходные переменные. Выходные переменные подразделяются на измеряемые выходы продуктов (расходы), внутренние состояния процесса

(температуры, давления, уровни) и редко измеряемые показатели качества получаемых продуктов. Внутренние состояния обеспечивают однозначность в управлении процессом при наличии неконтролируемых переменных. Если процесс правильно спроектирован, то значения выходов и редко измеряемых показателей качества продуктов должны однозначно определяться измеряемыми значениями входных переменных и внутренних состояний.

Регулируемые переменные. Регулируемые переменные стабилизируются на заданном уровне за счет изменения регулирующих их переменных или за счет собственной стабилизации. Регулируемыми переменными могут быть измеряемые входные переменные, выходы процесса и внутренние состояния. Для внутренних состояний – температур – регулируемыми переменными могут быть расходы или температуры каких-либо входных потоков, для уровней и давлений - расходы входных или выходных потоков. Расходы входных и выходных потоков могут быть стабилизированы независимо.

На технологических процессах могут функционировать локальные схемы регулирования, стабилизирующие отдельные параметры независимо друг от друга, каждый своим управляющим воздействием, или многопараметрические регуляторы, стабилизирующие группу параметров одновременно с помощью нескольких управляющих воздействий.

Управления. Требуемые изменения выходных переменных технологического процесса обеспечиваются с помощью управлений - входных переменных, которые возможно изменять по своему усмотрению. Ими могут быть регулируемые входные или выходные переменные процесса. Совместный выбор соответствующих значений всех имеющихся управляющих воздействий обеспечивает нормальную работу узлов технологических аппаратов и требуемые выходы, и качество продукции при изменении входных контролируемых и неконтролируемых переменных.

2.4.3. Решаемые задачи

При эксплуатации и анализе технологических процессов возникают следующие задачи:

- Прогнозирования в темпе с процессом показателей качества сырья и продуктов;
- Выявление причин наблюдаемых отклонений;
- Имитации поведения процесса с целью исследования его поведения при изменении различных входных условий и управлений;
- Оптимального управления процессом.

Все эти задачи решаются на основе построения математической модели объекта.

2.4.4. Управление выходом и качеством продуктов

Значения всех выходных переменных однозначно определяются значениями входных контролируемых переменных, управлений и неконтролируемых помех. Требуемые изменения выходных переменных могут быть достигнуты только за счет изменения управлений. Поэтому независимо управлять можно столькоими из них, сколько для этого имеется управляющих воздействий. Выходные переменные, требуемые конкретные значения которых устанавливаются с помощью выбора значений управляющих воздействий, являются управляемыми. Остальные выходные переменные при этом можно только поддерживать в заданных границах.

Общая задача управления технологическим процессом формулируется как оптимизационная задача, предполагающая максимизацию по ограниченным управляющим воздействиям критерия, зависящего от выходов продуктов и материальных и энергетических затрат. Выходные переменные должны при этом находиться в пределах заданных ограничений.

Так для стабильного катализата на рассматриваемой установке каталитического риформинга бензина регламентом определены следующие основные критерии качества:

Таблица 5. Основные показатели качества

Показатель качества	Норма	Периодичность контроля
Температура начала кипения, °С	не ниже 35	1 раз в сутки
Температура конца кипения, °С	не выше 215	1 раз в сутки
Давление насыщенных паров (ДНП), кПа	не более 93,3	1 раз в сутки
Октановое число по моторному методу	не менее 80	1 раз в смену
Испытание на медной пластинке	выдерживает класс I	1 раз в сутки
Наличие механических примесей и воды	отсутствие	1 раз в сутки

2.4.5. Специфика моделирования технологических процессов

Построения моделей технологических процессов имеет две специфические особенности, которые не позволяют использовать для этого традиционные регрессионные методы:

1. Поскольку каждая выходная переменная технологического процесса является функцией как измеряемых входных переменных и управлений, так и неконтролируемых возмущений, получать для них уравнения модели в виде функциональных зависимостей

- выходов от входов не представляется возможным. Такие модели из-за наличия неконтролируемых возмущений будут неадекватны;
2. Поиск оптимальных значений управляющих воздействий должен производиться в ограниченной области, содержащей экспериментальные точки, т.к. в противном случае решение может быть неадекватным. Ограничения на область экспериментирования должны содержаться в модели объекта.

Решение указанных проблем возможно при использовании факторных преобразований исходных переменных, позволяющих получать уравнения общих взаимосвязей между переменными без их разделения на входные и выходные.

2.5. Факторные преобразования

2.5.1. Постановка задачи

Пусть технологический процесс характеризуется n контролируруемыми технологическими переменными x . Факторное преобразование (метод главных компонент в сочетании с ортогональной регрессией) позволяет перейти к пространству факторов, размерность которого k равна фактической размерности исходного пространства переменных (фактическому количеству независимых контролируемых и неконтролируемых входов), при этом получая $m=n-k$ уравнений взаимосвязей между исходными переменными:

$$\begin{aligned} [Ax^T = F^T]_k \\ [Bx^T = 0]_m \end{aligned} \quad (2.1)$$

Коэффициенты преобразований A и B являются ортогональными собственными векторами ковариационной матрицы измеряемых переменных. Каждому собственному вектору соответствует собственное число λ , определяющее дисперсию фактора. Собственные числа факторов, достаточно

близкие к нулю, означают, что соответствующее выражение для фактора есть уравнение взаимосвязей для исходных переменных.

2.5.2. Свойства факторных преобразований

1. Обратная матрица факторного преобразования равна транспонированной в силу ортогональности столбцов. Строки факторного преобразования ортогональны, поскольку ортогональны столбцы преобразования:

$$A * A^T = E, A^{-1} = A^T, A^T * A = E$$

2. Ковариационная матрица факторов диагональная, в диагонали стоят собственные числа:

$$F^T * F = A * x^T * x * A^T = A * Q * A^T$$

где Q – ковариационная матрица измеряемых переменных. Поскольку

$$Q * A^T = \lambda * A^T, \text{ то } A * Q * A^T = \text{diag}(\lambda)$$

Факторное преобразование измеряемых переменных позволяет строить уравнения регрессии, отражающие зависимость редко измеряемых показателей процесса от выявленных факторов, с заведомо невырожденной диагональной ковариационной матрицей.

3. Сумма дисперсий факторов (собственных чисел λ) равна суммарной дисперсии переменных в выборке S_0 .

На основании этого свойства можно выбирать количество факторов k в выражении (2.1), задавая γ - долю объяснимой дисперсии выборки.

$$\sum_{i=1}^k \lambda_i = \gamma \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (2.2)$$

Причем $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_n$

4. Дисперсии факторов (собственные числа преобразования) позволяют ограничить область изменения факторов внутри области выборки с целью предотвращения возможной неадекватности преобразования при выходе за границы этой области:

$$-h\sqrt{\lambda_i} \leq F_i \leq h\sqrt{\lambda_i}, \text{ где } h - \text{коэффициент.}$$

5. Нормирование факторов:

$$F_i^{\wedge} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} F_i$$

Корреляционная матрица нормированных факторов представляет собой единичную матрицу.

6. Поскольку количество факторов равно фактической размерности пространства переменных, то оно для выбранной группы переменных не зависит от последовательности преобразований: можно разбить эту группу на части и выполнить преобразования в каждой из них, а затем взять общее преобразование от полученных факторов. В результате количество факторов будет таким же, как и в одном преобразовании от всех переменных сразу.

После того, как в некоторой группе переменных количество факторов достигло фактической размерности пространства переменных, добавление новых переменных будет вызывать добавление уравнений в преобразовании.

7. Приведение факторного преобразования в форму уравнений "вход-выход".

$x[n]$ - строка технологических переменных,

$F[k]$ - строка значений факторов,

$A[k, n]$ - матрица собственных векторов, соответствующих факторам,

$B[n-k, n]$ - матрица собственных векторов, соответствующая уравнениям взаимосвязей.

$$A[k, n] * x^T[n] = F[k]$$

$$B[n-k, n] * x^T[n] = 0$$

в силу ортогональности матрицы A : $x^T[n] = A^T[n, k] * F^T[k]$

выберем из последнего равенства $m \leq n - k$ выходных переменных x_i :

$$x_i^T[m] = A_i^T[m, k] * F^T[k] \quad (2.3)$$

и подставим вместо $F[k]$ его выражение через x :

$$x_i^T[m] = A_i^T[m, k] * A[k, n] * x^T[n]$$

Столбец $x^T[n]$ разобьем на $x_i^T[m]$ и $x_j^T[n-m]$, тогда:

$$x_i^T[m] = A_i^T[m, k] * (A_i[k, m] * x_i^T[m] + A_j[k, n-m] * x_j^T[n-m])$$

или:

$$(E - A_i^T[m, k] * A_i[k, m]) * x_i[m] = A_i^T[m, k] * A_j[k, n-m] * x_j[n-m] \quad (2.4)$$

В выражении (2.4) произведение $A_i^T[m, k] * A_i[k, m]$ не является единичной матрицей, т.к. $m < n$. Таким образом, мы выразили m переменных n через $n - m$ других переменных x_j .

Рассмотрим смысл полученного выражения, для чего определим m выделенных переменных через $n - m$ остальных переменных по методу наименьших квадратов, используя $n - k$ уравнений взаимосвязей, $m < n - k$

$$B[n-k, n] * x^T[n] = 0$$

$$B_i[n-k, m] * x_i^T[m] = -B_j[n-k, n-m] * x_j^T[n-m]$$

$$B_i^T [m, n - k] * B_i [n - k, m] * x_i [m] = -B_i^T [m, n - k] * B_j [n - k, n - m] * x_j [n - m] \quad (2.5)$$

Сравнив выражения (2.4) и (2.5) с учетом ортогональности строк матрицы собственных векторов, убедимся, что выражение одних переменных через другие с использованием факторов в качестве промежуточных переменных есть решение уравнений взаимосвязи относительно выделяемых переменных в смысле наименьших квадратов. Действительно, по условиям ортогональности:

$$A_i^T [m, k] * A_i [k, m] + B_i^T [m, n - k] * B_i [n - k, m] = E$$

и

$$A_i^T [m, k] * A_j [k, n - m] + B_i^T [m, n - k] * B_j [n - k, n - m] = 0$$

Решение (2.4) может быть получено, если количество восстанавливаемых переменных m не превышает общего количества уравнений $n - k$.

Указанный метод вычисления значений одних переменных через значения других переменных может использоваться при восстановлении данных в случае обнаружения недостоверной информации.

2.6. Прогнозирование и восстановление данных

2.6.1. Определение количества предысторий, включаемых в модели

Определение количества предысторий, включаемых в модели, выполняется в два этапа. Первоначально определяется заведомо достаточное количество предысторий, затем из них отбираются фактически учитываемые предыстории. Заведомо достаточное количество предысторий определяется на основе следующих рассуждений. При описании динамики отдельного аппарата для определения его состояний и выходов в текущий момент времени должно учитываться количество предысторий по входам (и управлениям), соответствующее максимально возможной длительности переходного процесса в этом аппарате, деленной на интервал квантования. Таким образом, для каждого аппарата может быть определено количество

предысторий по его входам и управлениям. Если рассмотреть два последовательно соединенных аппарата, то состояния первого аппарата будут являться входными переменными второго аппарата и для них устанавливается соответствующее количество предысторий. Количество предысторий по входным переменным первого аппарата в этом случае будет равно его исходному учитываемому количеству предысторий плюс количество учитываемых предысторий по состояниям и выходам (равное количеству учитываемых предысторий по входам второго аппарата) за вычетом единицы:

M_1 – количество предысторий по входам первого от конца аппарата;

M_2 – количество предысторий по входам второго от конца аппарата;

Количество предысторий по состояниям и выходам второго от конца аппарата, учитываемое при построении модели первого от конца аппарата, будет равняться $KS_2 = M_1$;

Количество предысторий по входам второго от конца аппарата, учитываемых при построении модели первого от конца аппарата, будет равняться $KX_2 = M_2 + KS_2 - 1$;

Для третьего от конца аппарата

$$KS_3 = M_2 + KS_2 - 1, \quad KX_3 = M_3 + KS_3 - 1$$

Для n-го аппарата от конца технологической цепочки (для последнего аппарата n=1) получим следующие выражения для количеств предысторий:

$$KS_n = M_{n-1} + KS_{n-1} - 1, \quad KX_n = M_n + KS_n - 1$$

Преобразуя рекуррентные зависимости в конечные выражения, получим:

$$KS_n = \sum_{i=1}^{n-1} M_i - (n - 2) \quad (2.6)$$

$$KX_n = \sum_{i=1}^n M_i - (n-1) \quad (2.7)$$

По формулам (2.6) и (2.7), задаваясь количеством предысторий входных переменных каждого аппарата, необходимых для адекватного описания его динамики, можно рассчитать количество предысторий по каждому аппарату, необходимое для адекватного описания динамического поведения всей цепочки аппаратов.

На втором этапе из выбранных предысторий отсеиваются предыстории, не коррелированные ни с одним из выходов или состояний последнего аппарата. Если коэффициенты парной корреляции между какой-либо предысторией и всеми выходными переменными и состояниями последнего аппарата близки к нулю, то такие предыстории могут быть исключены.

2.6.2. Структура ошибок прогнозирования

Предельно достижимая точность модели определяется точностью показаний датчиков параметров режима и точностью выполнения анализов прогнозируемых параметров.

Дополнительные ошибки прогнозирования складываются из следующих составляющих:

- Ошибки, возникающие из-за неудовлетворительной эксплуатации технологического процесса, и связанные с нарушениями в работе датчиков, фальсификацией анализируемых проб продуктов, неправильным указанием времени отбора пробы, недостоверными анализами;
- Нарушения в технологии, не проявляющиеся в изменении режима процесса, но влияющие на качество продуктов (например, взброс в сырье сравнительно небольших объемов “ловушечного” продукта на нефтеперерабатывающих установках).

2.6.3. Показатели точности моделирования

Точность регрессионных моделей традиционно оценивается по критерию Фишера, представляющему собой отношение среднеквадратичного отклонения прогнозов от измерений к дисперсии измерений, взятых с соответствующими степенями свободы. Для моделей, промышленных процессов такой подход неприемлем по следующим причинам:

- Принципиально нарушается основная предпосылка регрессионного анализа – измерение входных переменных без ошибок;
- При построении моделей выполняются нелинейные факторные преобразования;
- Дисперсия выполняемых анализов неизвестна, т.к. точность лабораторных анализаторов по ГОСТу оценивается через сходимость и воспроизводимость. Определение дисперсии анализов практически невозможно в условиях высокой загруженности заводской лаборатории.

В связи с вышесказанным для оценки точности прогнозов используются показатели, характеризующие взаимосвязь между прогнозируемыми и измеряемыми величинами, и показатели, позволяющие оценить пригодность модели для определенных целей, которыми могут быть контроль или управление технологическим процессом.

Оценка степени взаимосвязи прогнозируемых и измеряемых значений показателей качества выполняется на основе рассчитываемых значений среднеквадратичного отклонения прогнозов от анализов и коэффициента корреляции между ними. Среднеквадратичные отклонения анализ-прогноз должны удовлетворять требованиям ГОСТов на воспроизводимость соответствующих анализов по каждому продукту.

Критерием оценки пригодности модели для целей контроля или управления является доля абсолютных отклонений прогнозов от анализов, превышающих критический порог. Доля отклонений считается в процентах к выполненным анализам. При расчете этого показателя должны использоваться данные, не содержащие перечисленных выше причин дополнительных ошибок при эксплуатации системы, что должно быть обеспечено соответствующими организационными мероприятиями.

2.6.4. Восстановление отдельных данных и определение их достоверности в совокупности

Факторное преобразование **R** (факторное преобразование для измеряемых входных и выходных переменных) может использоваться для восстановления отдельных данных в случае их отсутствия или недостоверности. Восстановление данных выполняется в соответствии с выражением (2.4). Восстановленные данные проверяются по границам достоверности, если для каких-либо из них границы не удовлетворяются, то эти данные остаются недостоверными.

Недостоверные значения режимных параметров могут быть восстановлены, если их общее количество не превышает количества уравнений в преобразовании **R**.

Строки с достоверными или восстановленными данными проверяются на достоверность в совокупности. Строка данных подставляется в преобразование **R** и полученные правые части сравниваются с дисперсиями факторов (см. пункт 2.5.2 свойство 4).

2.7. Построение модели установки каталитического риформинга бензина

Исходными данными для построения математических моделей качества стабильного катализатора являются значения показаний, датчиков установленных на объекте, а также значения анализов показателей качества продукции, выполняемых лабораторными методами.

Были выделены 78 технологических переменных, которые способны оказать влияние на качество получаемой продукции. В первую очередь к ним относятся температуры, давления и расходы на входах и выходах и так же внутри аппаратов технологической схемы (смотри Таблица 6).

Таблица 6. Технологические переменные для построения модели

№	Схема	Позиция	Описание позиции	Шкала min	Шкала max	max возможное приращение за 1 мин, %	Единица измерения
1	Предварительная гидроочистка	FIC3014	Расход сырья от насосов Н-1, Н-2 в Т-1/1,2,3 (на ЦС)	0	108	5	м3/ч
2	Предварительная гидроочистка	FIC3018	Расход сырья от насосов Н-1, Н-2 в Т-1/1,2,3 (на ЦС)	0	108	5	м3/ч
3	Предварительная гидроочистка	FI3016	Расход ВСГ к Т-1/1,2,3 (на щит смешения)	0	16000	5	нм3/ч
4	Предварительная гидроочистка	FI3020	Расход ВСГ к Т-2/1,2,3 (на щит смешения)	0	16000	5	нм3/ч
5	Предварительная гидроочистка	TIC1035	Температура газосырьевой смеси из печи П-1 (общий поток)	0	600	3	°С
6	Предварительная гидроочистка	PI2015	Давление газосырьевой смеси из П-1 в Р-1	0	60	1	кгс/см2
7	Предварительная гидроочистка	TI1021-1	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
8	Предварительная гидроочистка	TI1021-2	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
9	Предварительная гидроочистка	TI1021-3	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
10	Предварительная гидроочистка	TI1023-1	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
11	Предварительная гидроочистка	TI1023-2	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
12	Предварительная гидроочистка	TI1023-3	Температура в реакторе Р-1	0	600	1	°С
13	Предварительная гидроочистка	PI2016	Давление газосырьевой смеси из Р-1 в Т-1, Т-2	0	60	1	кгс/см2
14	Предварительная гидроочистка	TI1022	Температура газопродуктовой смеси из Р-1 в Т-1, Т-2	0	600	1	°С
15	Предварительная гидроочистка	TI1015	Температура газопродуктовой смеси (бензин+ВСГ) в С-1	0	150	1	°С
16	Предварительная гидроочистка	PIС2014	Давление в сепараторе С-1	0	40	1	кгс/см2
17	Предварительная гидроочистка	LI4005	Уровень в сепараторе С-1	0	100	5	%
18	Предварительная гидроочистка	FI3012	Расход нестабильного гидрогенизата из сепаратора С-1	0	250	5	м3/ч

№	Схема	Позиция	Описание позиции	Шкала min	Шкала max	max возможное приращение за 1 мин, %	Единица измерения
19	Стабилизация гидрогенизата	TI1014	Температура нестабильного гидрогенизата из Т-3 в к-1	0	300	1	°С
20	Стабилизация гидрогенизата	TI1003	Температура конденсата углеводородного газа из К-1 в ХК-1 (верх К-1)	0	300	1	°С
21	Стабилизация гидрогенизата	FIC3006	Расход орошения в колонну К-1	0	63	5	м3/ч
22	Стабилизация гидрогенизата	TIC1013	Температура стабильного гидрогенизата из печи П-2/2 (общий поток)	0	300	3	°С
23	Стабилизация гидрогенизата	FIC3004	Расход стабильного гидрогенизата от Н-3, Н-4, Н-5 в печь П-2/2	0	1000	5	м3/ч
24	Стабилизация гидрогенизата	PI2004	Давление в колонне К-1	0	250	1	кгс/см2
25	Стабилизация гидрогенизата	TI1004	Температура конденсата углеводородного газа в К-1 (середина)	0	300	1	°С
26	Стабилизация гидрогенизата	LI4003 или LI4004	Уровень в колонне К-1	0	100	3	%
27	Стабилизация гидрогенизата	TI1005	Температура стабильного гидрогенизата из к-1 (низ Л-1)	0	300	3	°С
28	Стабилизация гидрогенизата	QI5003	Плотность стабильного гидрогенизата на приеме Н-8, Н-9 (Х-8)	680	1080	5	кг/м3
29	Каталитический риформинг	FI3042	Расход ВСГ к Т-4, Т-5 (нагнетание ЦК-1, на щит смешения)	0	400000	5	нм3/ч
30	Каталитический риформинг	PI2062	Давление ВСГ риформинга на нагнетании Цк-1 на щит смешения	0	60	1	кгс/см2
31	Каталитический риформинг	FIC3041	Расход стабильного гидрогенизата от Н-8, Н-9 в Т-4 (на щит смешения)	0	108	5	м3/ч
32	Каталитический риформинг	FIC3040	Расход стабильного гидрогенизата от Н-8, Н-9 в Т-5 (на щит смешения)	0	108	5	м3/ч
33	Каталитический риформинг	TIC1041	Температура газосырьевой смеси из 2 секции П-3/1 в реактор Р-2	0	600	1	°С
34	Каталитический риформинг	PI2054	Давление газосырьевой смеси из П-3/1 (2 секция) в Р-2	0	60	1	кгс/см2
35	Каталитический риформинг	PI2055	Давление газосырьевой смеси из Р-2 в П3/2 (1 секция)	0	60	1	кгс/см2

№	Схема	Позиция	Описание позиции	Шкала min	Шкала max	max возможное приращение за 1 мин, %	Единица измерения
36	Каталитический риформинг	ТП1046-1	Температура в реакторе Р-2 (юг)	0	600	1	°С
37	Каталитический риформинг	ТП1046-2	Температура в реакторе Р-2 (юг)	0	600	1	°С
38	Каталитический риформинг	ТП1046-3	Температура в реакторе Р-2 (юг)	0	600	1	°С
39	Каталитический риформинг	ТП1047-1	Температура в реакторе Р-2 (север)	0	600	1	°С
40	Каталитический риформинг	ТП1047-2	Температура в реакторе Р-2 (север)	0	600	1	°С
41	Каталитический риформинг	ТП1047-3	Температура в реакторе Р-2 (север)	0	600	1	°С
42	Каталитический риформинг	ТП1051	Температура газосырьевой смеси из Р-2 в П-3/2 (1 секция)	0	600	1	°С
43	Каталитический риформинг	ТIC1043	Температура газосырьевой смеси из 2 секции П-3/2 в реактор Р-3	0	600	1	°С
44	Каталитический риформинг	PI2056	Давление газосырьевой смеси из П-3/2 (2 секция) в Р-3	0	60	1	кгс/см2
45	Каталитический риформинг	PI2057	Давление газосырьевой смеси из Р-3 в П3/3 (1 секция)	0	60	1	кгс/см2
46	Каталитический риформинг	ТП1049-1	Температура в реакторе Р-3 (юг)	0	600	1	°С
47	Каталитический риформинг	ТП1049-2	Температура в реакторе Р-3 (юг)	0	600	1	°С
48	Каталитический риформинг	ТП1049-3	Температура в реакторе Р-3 (юг)	0	600	1	°С
49	Каталитический риформинг	ТП1050-1	Температура в реакторе Р-3 (север)	0	600	1	°С
50	Каталитический риформинг	ТП1050-2	Температура в реакторе Р-3 (север)	0	600	1	°С
51	Каталитический риформинг	ТП1050-3	Температура в реакторе Р-3 (север)	0	600	1	°С
52	Каталитический риформинг	ТП1058	Температура газосырьевой смеси из Р-3 в П-3/3 (1 секция)	0	600	1	°С
53	Каталитический риформинг	ТIC1044	Температура газосырьевой смеси из 1 секции П-3/3 в реактор Р-4	0	600	1	°С
54	Каталитический риформинг	PI2058	Давление газосырьевой смеси из П-3/3 (1 секция) в Р-4	0	60	1	кгс/см2
55	Каталитический риформинг	PI2059	Давление газопродуктовой смеси из Р-4 в Т-4, Т-5	0	60	1	кгс/см2
56	Каталитический риформинг	ТП1054-1	Температура в реакторе Р-4 (юг)	0	600	1	°С

№	Схема	Позиция	Описание позиции	Шкала min	Шкала max	max возможное приращение за 1 мин, %	Единица измерения
57	Каталитический риформинг	TI1054-2	Температура в реакторе P-4 (юг)	0	600	1	°C
58	Каталитический риформинг	TI1054-3	Температура в реакторе P-4 (юг)	0	600	1	°C
59	Каталитический риформинг	TI1055-1	Температура в реакторе P-4 (север)	0	600	1	°C
60	Каталитический риформинг	TI1055-2	Температура в реакторе P-4 (север)	0	600	1	°C
61	Каталитический риформинг	TI1055-3	Температура в реакторе P-4 (север)	0	600	1	°C
62	Каталитический риформинг	TI1065	Температура газопродуктовой смеси из P-4 в T-4, T-5	0	600	1	°C
63	Каталитический риформинг	TI1075	Температура газопродуктовой смеси из X-4 в C-2	0	150	1	°C
64	Каталитический риформинг	PIС2067	Давление в сепараторе C-2	0	40	1	кгс/см2
65	Каталитический риформинг	LI4017	Уровень в сепараторе C-2	0	100	3	%
66	Стабилизация катализата	LIC4019	Уровень в сепараторе C-7	0	100	3	%
67	Стабилизация катализата	FI3044	Расход нестабильного катализатора из C-7 в T-6	0	200	5	м3/ч
68	Стабилизация катализата	TI1079	Температура нестабильного катализатора из T-6 в колонну K-2	0	300	1	°C
69	Стабилизация катализата	PIС2069	Давление газа стабилизации из колонны K-2	0	16	1	кгс/см2
70	Стабилизация катализата	TI1076	Температура углеводородного газа из к-2 в ХК-3 (верх К)	0	300	3	°C
71	Стабилизация катализата	FIC3046	Расход орошения в колонну K-2 после насосов H-10, H-11	0	25	3	м3/ч
72	Стабилизация катализата	TIC1080	Температура стабильного катализатора из П-2/4 в колонну K-2	0	400	3	°C
73	Стабилизация катализата	FIC3049	Расход стабильного катализатора в печь П-2/4 от насосов H-12, H-13	0	400	3	м3/ч
74	Стабилизация катализата	TI1077	Температура в к-2 (середина)	0	300	1	°C
75	Стабилизация катализата	LI01407	Уровень стабильного риформата в K-2	0	100	3	%
76	Стабилизация катализата	LI4023	Уровень в колонне K-2	0	100		%
77	Стабилизация катализата	TI1078	Температура стабильного катализатора из K-2 (низ K-2)	0	300	1	°C
78	Стабилизация катализата	FI3048	Расход стабильного катализатора с установки	0	125	5	м3/ч

Опрос датчиков выполняется с периодом один раз в минуту. Далее по массиву значений каждого технологического параметра выполняются следующие действия:

- Контроль "замерзания" показаний датчика по постоянству их значений;
- Оценка стабильности показаний датчика по максимально допустимым приращениям соседних значений;
- Отсеивание импульсных помех, оценка стабильности показаний, проверка по границам, расчет среднего значения.

Критерием "замерзания" показаний является постоянство их значений на установленном периоде времени. Если равны подряд идущие показания, делается вывод о "замерзании" показаний.

Если "замерзания" не обнаружено, рассчитываются приращения соседних показаний.

Критерием нестабильности показаний датчика является превышение рассчитанными приращениями допустимой величины приращения на одном шаге, установленной для каждого датчика. Критерием импульсной помехи является наличие недопустимых приращений разных знаков у текущего и предыдущего показаний. При этом текущее показание отсеивается.

Оставшиеся показания проверяются по границам, значения, удовлетворяющие границам, усредняются. В результате получается отфильтрованное текущее значение параметра.

Полученные текущие значения (см. Приложение № 3. Значения технологических параметров, лабораторные данные по качеству и результаты моделирования.) используются далее при построении моделей.

Для расчета текущих значений редко измеряемых показателей качества в реальном масштабе времени используются регрессионные выражения этих показателей через факторы:

$$Q=F*D \quad (2.8)$$

где D – коэффициенты регрессии. Коэффициенты $D=1/\lambda F^T Q$, где $F^T Q$ – матрица корреляций факторов режима и показателей качества по выборке.

Блок схема алгоритма расчета показателей качества приведена ниже (см. Рисунок 20).



Рисунок 20. Алгоритм расчета показателей качества

Для выбора значения числа главных компонент (числа факторов) обычно используется график, на котором объясненная дисперсия изображается в зависимости от числа главных компонент. Такой график для

процесса каталитического риформинга приведен на рисунке ниже (см. Рисунок 21). Для компьютерного расчета числа главных компонент можно воспользоваться соотношением (2.2) или правилом Кайзера: значимы те главные компоненты, для которых:

$$\lambda_i > \frac{trQ}{n} \quad (2.9)$$

Где trQ это сумма диагональных элементов ковариационной матрицы измеряемых переменных, а n количество собственных чисел.

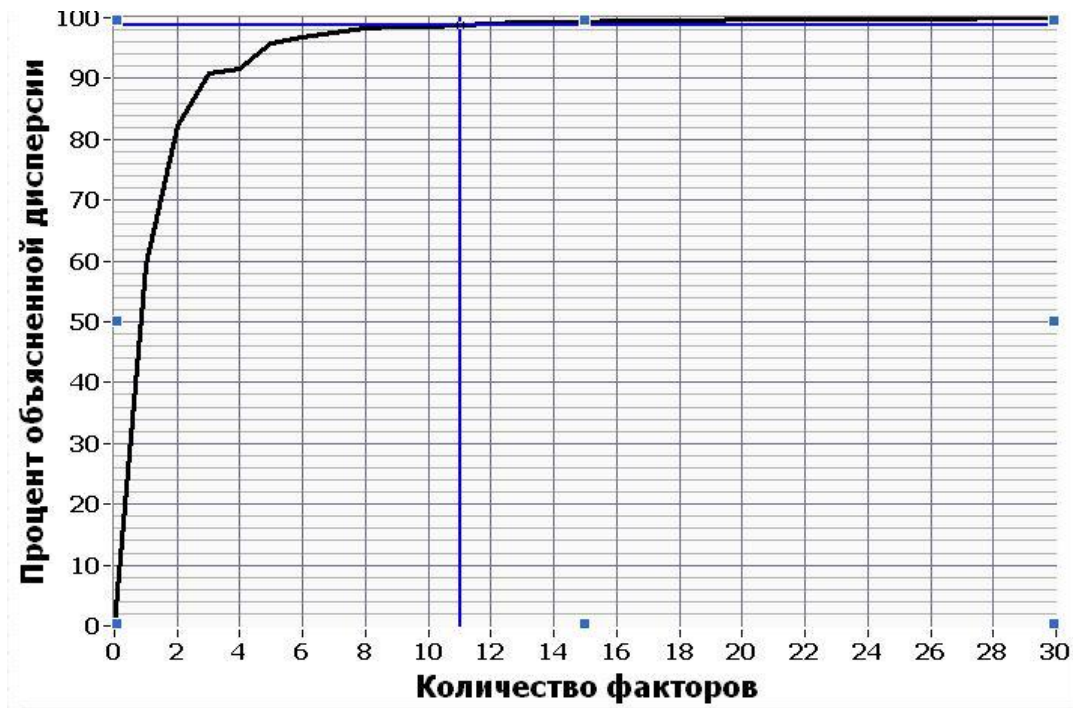


Рисунок 21. Объясненная дисперсия в зависимости от числа главных компонент

Из графика видно, что для объяснения 98,8 % всех данных достаточно выбрать 11 главных компонент.

Выборка, состоящая из 450 точки случайным образом и в случайном порядке была разделена на обучающую и тестовую в соотношении 9:1. Результат моделирования тестовой выборки значения октанового числа измеряемого по моторному методу для стабильного катализата представлен на рисунке ниже (см. Рисунок 22). Показана гистограмма распределения абсолютной ошибки между моделью и реальными данными (см. Рисунок 23).

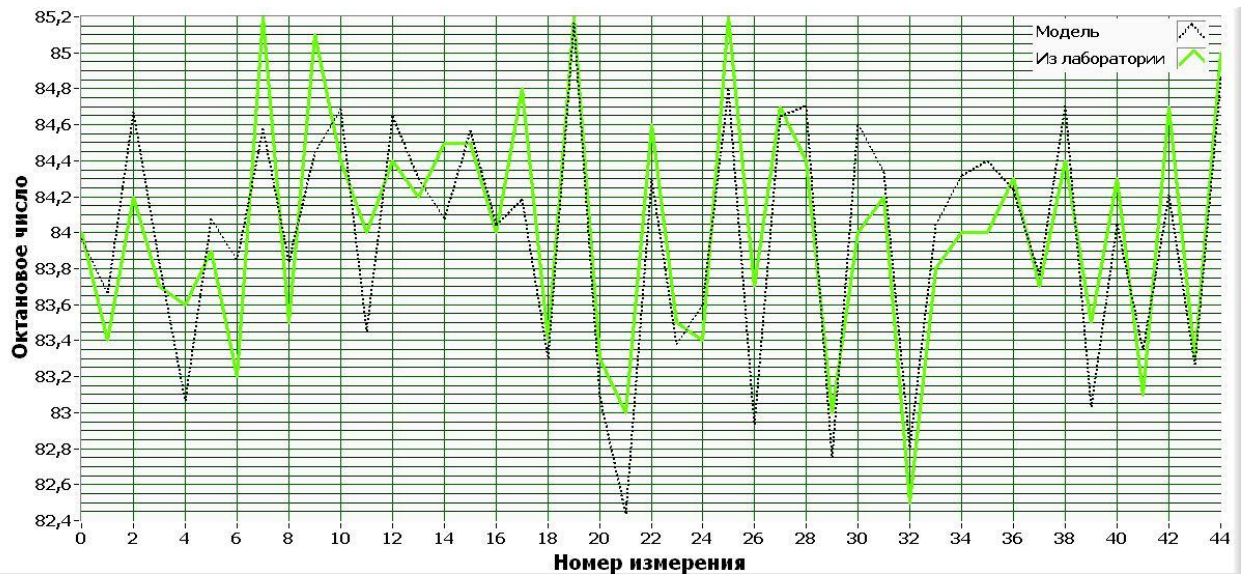


Рисунок 22. Октановое число стабильного катализата

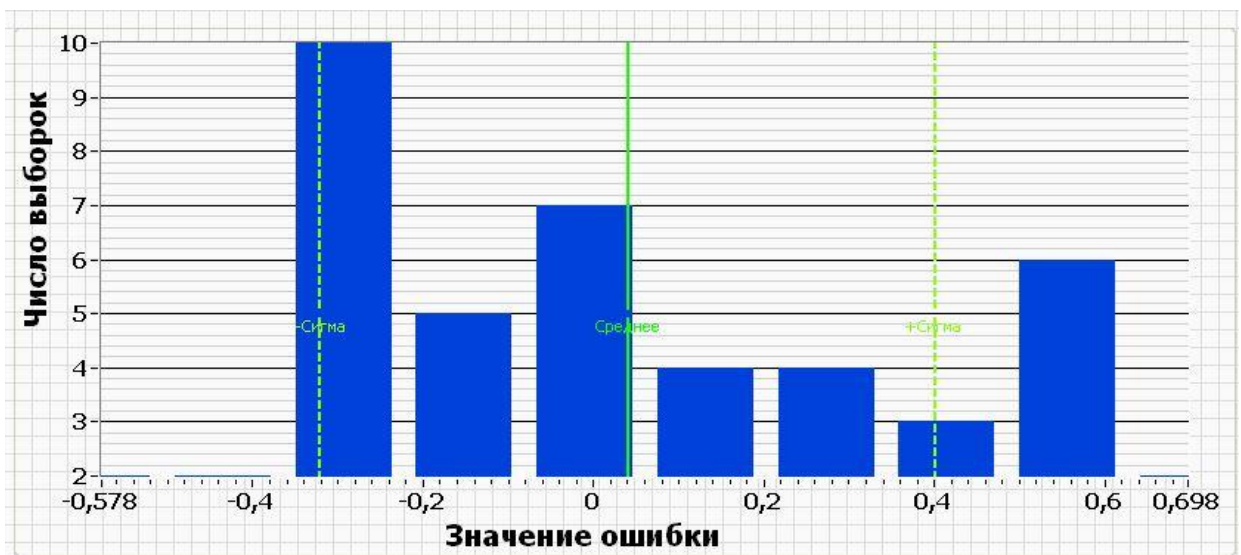


Рисунок 23. Распределения абсолютной ошибки между моделью и лабораторными данными

Были рассчитаны основные показатели точности моделирования для тестовой выборки (см. Таблица 7):

- Средняя ошибка моделирования

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.10)$$

Где x_i это ошибка моделирования.

- Дисперсия

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.11)$$

- Среднеквадратическое отклонение (СКО)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.12)$$

где x_i это значение, полученное по модели, а y_i значение лабораторного анализа.

- Коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.13)$$

где x_i это значение, полученное по модели, а y_i значение лабораторного анализа.

Таблица 7. Показатели точности моделирования

Показатель	Значение
Среднее значение ошибки моделирования	0,04
Максимальная абсолютная ошибка	0,77
Дисперсия ошибки моделирования	0,13
СКО прогнозов от анализов	0,36
Корреляция анализов и прогнозов	0,84

Сравнение расчетных данных полученных на основе модели и реальных измерений октанового числа стабильного катализа (Рисунок 22), гистограмма распределения ошибки (Рисунок 23) и данные из таблицы выше (Таблица 7), позволяют судить о высокой точности модели. Таким образом, работая в режиме online, такая модель позволит операторам:

- Повысить оперативность информации по качеству продукции (один раз в минуту);
- Повысить достоверность информации;
- Снизить нарушения по качеству продукции и повысить ее однородность.

Так же полученная математическая модель (см. формулу **2.8**) технологического процесса (ТП) позволит в дальнейшем решать задачи оптимизации ТП. Экономическая эффективность внедрения достигается за счет повышения выходов целевых продуктов и снижения удельных материальных и энергетических затрат при обоснованном уменьшении выдерживаемого операторами запаса по качеству продуктов.

Глава 3. Нелинейная модель прогноза показателей качества нефтепродуктов

В настоящей главе предложена модель на основе самоорганизующихся карт Кохонена. Для анализа связей при существенной не стационарности, характеризующей работу системы, используется алгоритм идентификации с непрерывной самонастройкой в режиме реального времени. Для построения модели формируется база данных технологической и лабораторной информации. Для построения модели, соответствующей некоторому моменту времени, выбираются точки, близкие к текущему входному вектору. Близость векторов определяется на основании принадлежности их к одному кластеру самоорганизующейся сети Кохонена. Далее на основе метода описанного факторных преобразований (Глава 2) определяется значение выхода модели в следующий момент времени.

3.1. Кластеризация данных

Во многих прикладных задачах измерять степень сходства объектов существенно проще, чем формировать признаковые описания. Например, гораздо легче сравнить два объекта и сказать, что они похожи, чем понять, на основании каких признаков они схожи.

Классификация – задача обнаружения признаков, характеризующих группы объектов исследуемого набора данных – классы. По обнаруженным признакам новый объект можно отнести к тому или иному классу.

Кластеризация – это разбиение элементов некоторого множества на не пересекающиеся подмножества группы, состоящих из схожих объектов схожести. Синонимами термина "кластеризация" являются "автоматическая классификация", "обучение без учителя".

Задача кластеризации заключается в следующем.

Имеется обучающая выборка $X^l = \{x_1, \dots, x_l\} \subset X$ и функция расстояния между объектами $p(x, x')$. Требуется разбить выборку на не пересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из объектов, близких по метрике p , а объекты разных кластеров существенно отличались. При этом каждому объекту $x_i \in X^l$ приписывается метка (номер) кластера y_i .

Целью кластеризации является поиск существующих структур во множестве объектов X^l , разбив его на группы схожих объектов, и упростить дальнейшую обработку данных, работая с каждым кластером по отдельности.

Процесс кластеризации можно разбить на следующие этапы:

1. Выделение характеристик и свойств, которые характеризуют объекты исследования. Это могут быть количественные характеристики (показания датчиков, интервалы...) объекта и качественные характеристики (цвет, статус...) и т.д.
2. Определение метрики. В качестве метрики для объектов с непрерывными и вещественными координатами может быть использована евклидова метрика:

$$d_2(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} = \|x_i - x_j\|_2 \quad (3.1)$$

3.2. Самоорганизующиеся карты Кохонена

Финский ученый Тойво Кохонен предложил нейросетевую архитектуру для автоматической кластеризации [28]. Основным принципом работы сетей - введение в правило обучения нейрона информации относительно его расположения. «Сигнал в такую нейросеть поступает сразу на все нейроны, а веса соответствующих синапсов интерпретируются как координаты положения узла и выходной сигнал формируется по принципу «победитель

забирает все». Т.е. ненулевой выходной сигнал имеет нейрон, ближайший (в смысле весов синапсов) к подаваемому на вход объекту. В процессе обучения веса синапсов настраиваются таким образом, чтобы узлы решетки располагались в местах локальных сгущений данных, то есть описывали кластерную структуру облака данных, с другой стороны, связи между нейронами соответствуют отношениям соседства между соответствующими кластерами в пространстве признаков» [59, с. 65].

3.2.1. Структура сети

Сеть Кохонена состоит из M нейронов, образующих прямоугольную решетку на плоскости — слой.

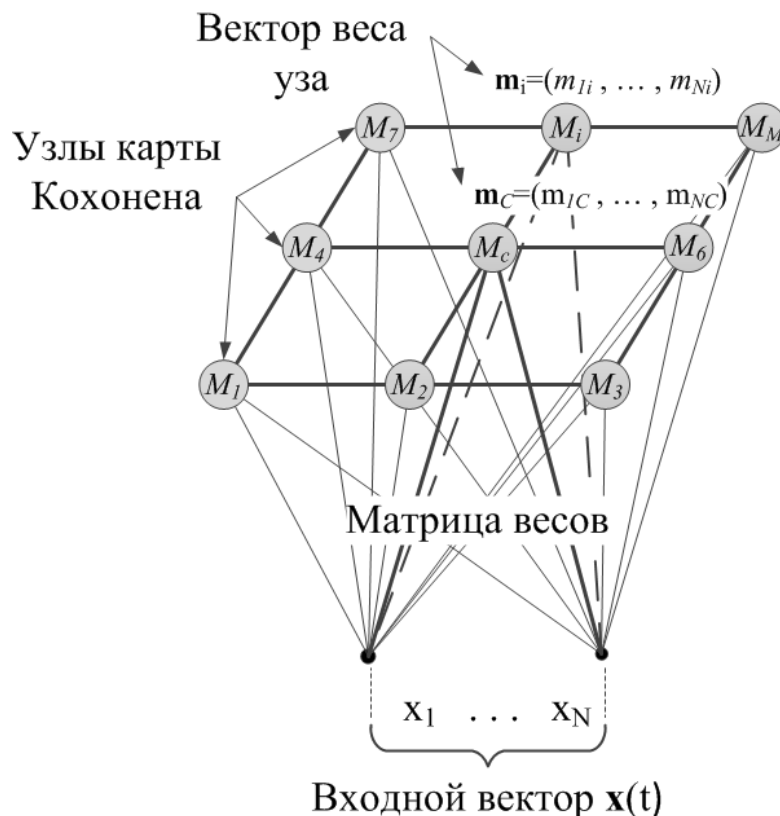


Рисунок 24. Модель сети Кохонена

К нейронам одного слоя подходят синапсы, по которым поступает N -мерный входной сигнал. Каждый нейрон в слое характеризуется своим весовым коэффициентом. Положение нейронов так же характеризуется некоторой метрикой и определяется топологией слоя. Возбуждение одного из

нейронов приводит к возбуждению связанных с ним, причем это возбуждение с увеличением расстояния от возбужденного нейрона уменьшается. Поэтому центр возникающей реакции слоя на полученное раздражение соответствует местоположению возбужденного нейрона. Изменение входного обучающего сигнала приводит к максимальному возбуждению другого нейрона и соответственно - к другой реакции слоя.

Несмотря на то, что самоорганизующиеся карты Кохонена (СОК), изначально были описаны в нейросетевом языке, удобно рассматривать такие карты как двумерные сетки узлов. Рассмотрим два варианта соединения узлов с прямоугольной (Рисунок 25а) и гексагональной сеткой (Рисунок 25б). В прямоугольной сетке каждый узел соединен с четырьмя соседними, а в гексагональной- с шестью ближайшими узлами.

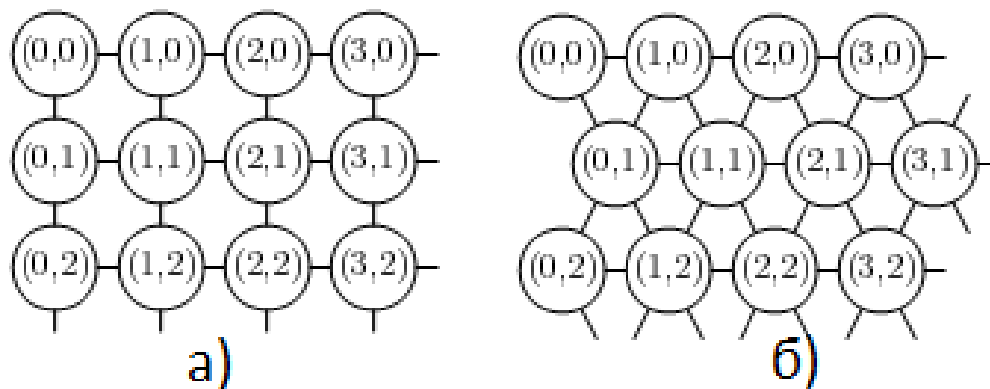


Рисунок 25. Топология СОК

Для двух таких сеток процесс построения СОК отличается лишь в том месте, где перебираются ближайшие к данному узлу соседи.

3.2.2. Алгоритм обучения сети

Рассмотрим алгоритм обучения сети Кохонена приведённый в работе Зиновьева А. Ю. [59, с. 66]:

«Пусть t номер итерации цикла.

1. Выбираем случайный вектор $x(t)$ из набора входных значений.
2. Находим расстояние до всех векторов веса узлов карты. Ищем

ближайший по весу узел $M_c(t)$ наиболее близкий к входному значению $x(t)$. Это Best Matching Unit(BMU).

$$\|x(t) - m_c(t)\| \leq \|x(t) - m_i(t)\| \quad (3.2)$$

Для любого $m_i(t)$, где $m_i(t)$ - вектор веса узла $M_i(t)$

В случае если указанному условию удовлетворяет несколько узлов, то узел-победитель выбирается случайным образом.

3. Этот узел перемещается на заданный шаг по направлению к $x(t)$. Однако, узел перемещается не один, а увлекает за собой определенное количество ближайших узлов из некоторой окрестности на карте. Поясним сказанное: если радиус окрестности равен 1, то вместе с ближайшим узлом по направлению к $x(t)$ двигаются 4 его соседа по карте, в случае прямоугольной сетки, и 6 соседей, в случае гексагональной сетки. Настройку карты можно разбить на два этапа - этап грубой и этап тонкой надстройки. На первом этапе выбираются большие значения окрестностей, и движение узлов носит коллективный характер - в результате карта грубым образом отражает структуру данных; на этапе тонкой подстройки радиус окрестности равен 1-2 и настраиваются уже индивидуальные положения узлов. Характер движения задается так называемыми функциями соседства (neighborhood functions). Функция определяет "меру соседства" узлов M_i и M_c , и изменение векторов веса. Она должна постепенно уточнять их значения, сначала у большего количества узлов и сильнее, потом у меньшего и слабее. Часто в качестве функции соседства используется гауссовская функция:

$$h_{ci}(t) = \alpha(t) \exp\left(-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}\right) \quad (3.3)$$

Где $0 < \alpha(t) < 1$ - обучающий множитель, монотонно убывающий с каждой последующей итерацией (то есть определяющий приближение

значения векторов веса ВМУ и его соседей к наблюдению; чем больше шаг, тем меньше уточнение);

r_i, r_c - координаты узлов $M_i(t)$ и $M_c(t)$ на карте;

$\sigma(t)$ - сомножитель, уменьшающий количество соседей с итерациями, монотонно убывает.

Параметры α , σ и их характер убывания задаются аналитиком.

Более простой способ задания функции соседства:

$$h_{ci}(t) = \alpha(t),$$

Если $M_i(t)$ находится в окрестности $M_c(t)$ заранее заданного аналитиком радиуса, и 0 в противном случае.

Функция $h(t)$ равна $\alpha(t)$ для ВМУ и уменьшается с удалением от ВМУ.

Пересчитывается вектор весов по формуле:

$$m_i(t) = m_i(t-1) + h_{ci}(t) \cdot (x(t) - m_i(t-1)) \quad (3.4)$$

4. Алгоритм повторяется определенное число тактов. Или пока карта не достигнет заданной точности аппроксимации данных. Ошибка карты может быть рассчитана по формуле:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|x_i - m_c\|^2} \quad (3.5)$$

3.3. Работа модели в режиме «совет оператору»

Режим «совет оператору» в созданной системе реализуется путем восстановления пропущенных значений переменных режима при заданных значениях требуемых показателей качества стабильного катализатора. Могут быть пропущены как одно или несколько значений параметров технологического режима, так и все значения параметров. Результатом работы модели в режиме «совет оператору» является вектор или набор векторов значений параметров технологического режима. Поэтому для

выбора оптимального режима система рассчитывает и выводит для оператора значение выбранного критерия оптимальности. Оптимизация технологического процесса может осуществляться по задаваемым пользователями критериям, которыми могут являться: максимум выхода одного или группы целевых продуктов, минимум затрат на производство, максимальная прибыль в деньгах. Кроме критерия задаются ограничения на диапазоны изменений технологических переменных, параметры качества получаемых продуктов и область выборки данных, в границах которой выполняется оптимизация. Оптимизация может проводиться в следующих режимах:

- может быть найден оптимальный установившийся режим процесса при текущих входных условиях и выдан в качестве "совета" оператору;
- может быть рассчитан оптимальный режим, который оператору следует реализовать при планируемом изменении условий ведения процесса, например, при переходе на другую загрузку установки по сырью.

Рассмотрим, как обученная СОК может использоваться для восстановления пропущенных данных .

Пусть, объект имеет следующие значения признаков

$$X = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{k-1}, @, \xi_{k+1}, \xi_m)$$

Где @ это пропущенное значение признака ξ_k .

Пусть $X(k)$ это неизвестное значение k -го признака объекта X , а

$$X = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{k-1}, 0, \xi_{k+1}, \xi_m)$$

обозначим как $X^0(k)$. Т.е. k -ое значение признака заменено нулем.

Тогда геометрический образ, который можно сопоставить объекту $X(k)$ – прямая

$$X = X^0(k) + e_k t, \text{ где } e_k - \text{единичный орт } k\text{-ой координатной оси.}$$

Пусть значения признаков объекта Y известны полностью. Тогда кратчайшее расстояние между X и $Y = (\eta_1, \eta_2 \dots \eta_m)$ равно

$$\frac{d}{dt}((X - Y)^2 = 0 \Rightarrow (X - Y)e_k = 0 \Rightarrow t = Ye_k = \eta_k$$

Т.е. при вычислении расстояния неизвестное значение признака у X можно заменить значением k -го признака Y . Тогда

$$(X - Y)^2 = (X^0(k) - Y)^2 - \eta_k = (X^0(k) - Y^o(k))^2,$$

То есть при вычислении расстояний можно просто приравнять к нулю значение k -го признака объектов X и Y . Тогда, например, в случае евклидова расстояния получаем формулу для вычисления расстояния

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{\substack{i=1 \\ \xi_i \neq @}}^m (\xi_i - \eta_i)^2} \quad (3.6)$$

Тогда можно предложить следующий алгоритм для восстановления пропущенных данных или прогнозирования, например, редко измеряемых величин:

- По набору архивных данных обучаем СОК
- Берем вектор $X = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{k-1}, @, \xi_{k+1}, \xi_m)$ и отбрасываем в нем пропущенные признаки. При этом если были пропущены, например значение режима то мы восстановим его. Если же в векторе X пропущено, текущее показание качества то фактически мы получим его прогноз.
- Находим ВМУ. Пусть это узел M_c . Тогда значение k -ой координаты вектора веса m_c узла M_c и будет искомым значением. При этом точность восстановления (прогнозирования) будет зависеть от количества узлов на карте. Карта с большим количеством узлов позволяет квантовать данные точнее и получается более точная модель нелинейной регрессии.



Рисунок 26. Восстановление данных с помощью СОК

3.4. Построение нелинейной модели установки каталитического риформинга бензина

Точность модели прогнозирования можно повысить, если строить локальные модели по данным из одного кластера с использованием факторного метода описанного во второй главе работы. Каждый кластер содержит точки, которые находятся близко друг к другу в исходном пространстве. Множество линейных моделей полученных в этих областях, в общем, описывают нелинейную модель системы.

Для построения модели были использованы 78 технологических переменных (см. Таблица 6) и соответствующие им по времени отбора проб показания октанового числа полученного бензина. Блок схема алгоритма расчета показателей качества приведена на рисунке ниже (см. Рисунок 27).

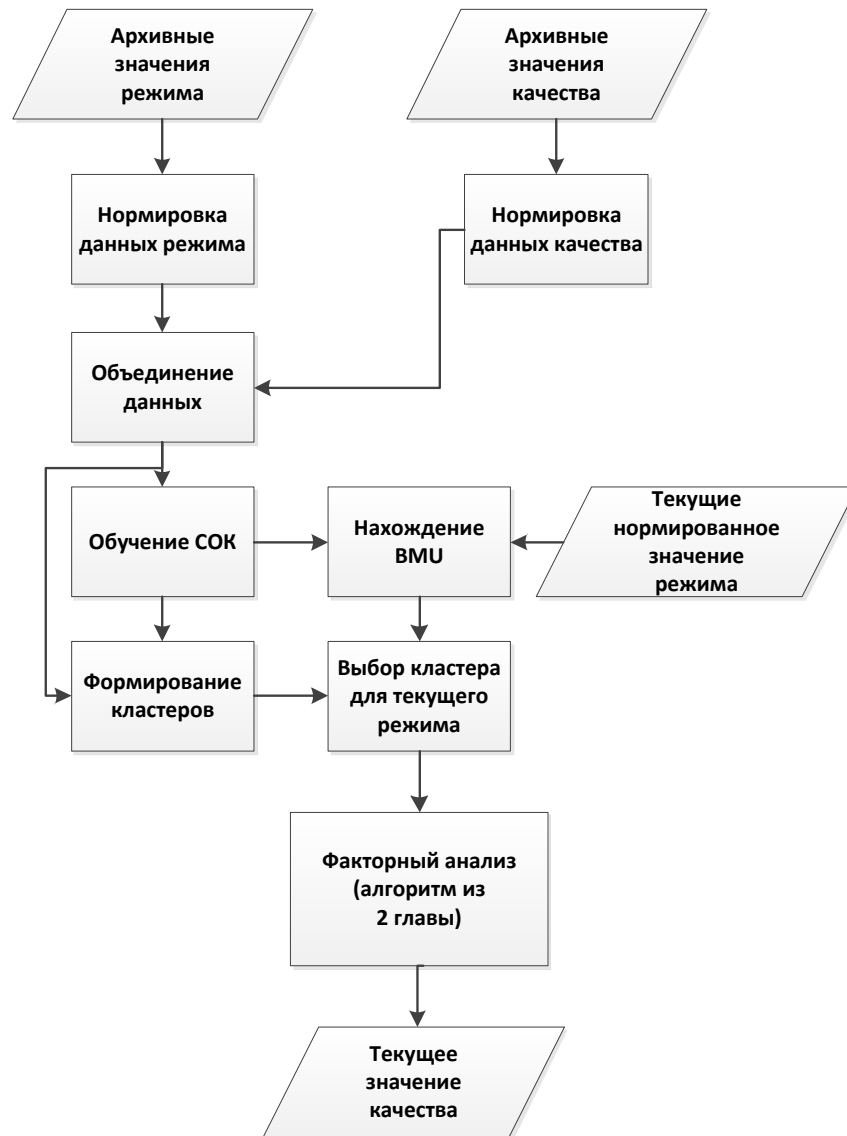


Рисунок 27. Блок схема алгоритма построение модели на основе карты Кохонена

Выборка, состоящая из 450 точки случайным образом и в случайном порядке была разделена на обучающую и тестовую в соотношении 9:1. Для получения модели была сформирована и обучена сеть Кохонена размерностью 5x4 с прямоугольной сеткой. Ошибка аппроксимации карты составила 4,01. Затем данные обучающей выборки были разбиты на области Вороного. На рисунке показана диаграмма распределения обучающей выборки по узлам полученной карты (см. Рисунок 28).

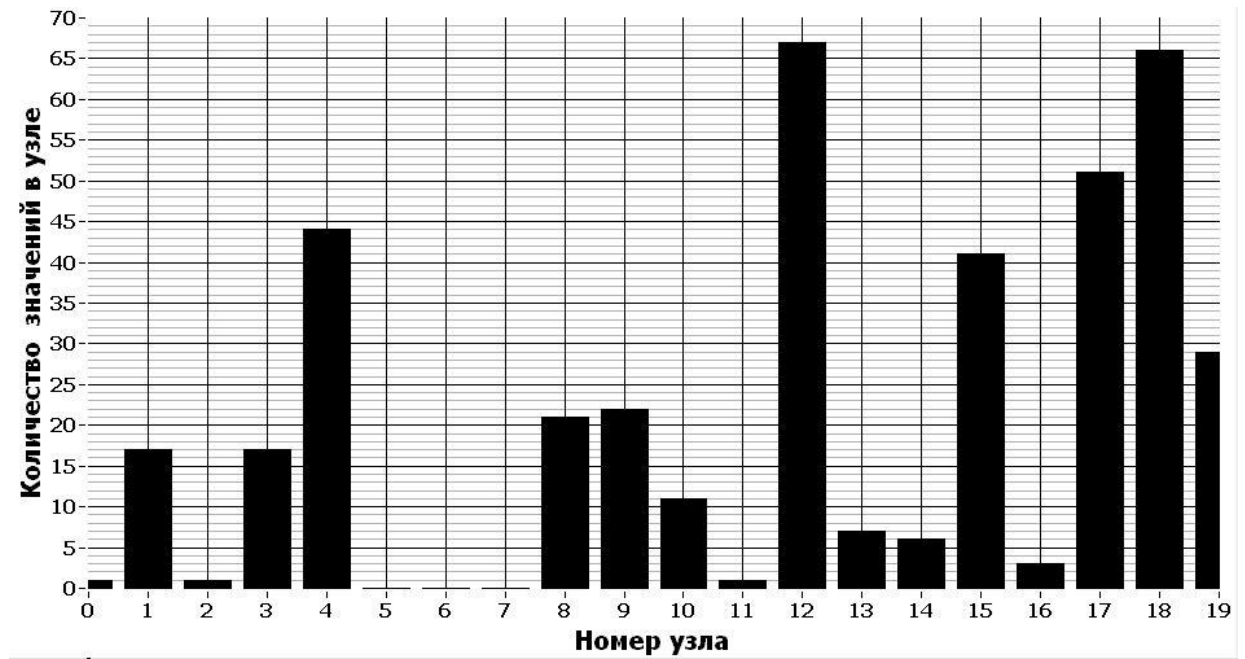


Рисунок 28. Диаграмма распределения обучающей выборки по узлам карты

Модель была проверена на обучающей выборке. Результаты моделирования отражены на графиках (Рисунок 29, Рисунок 30).

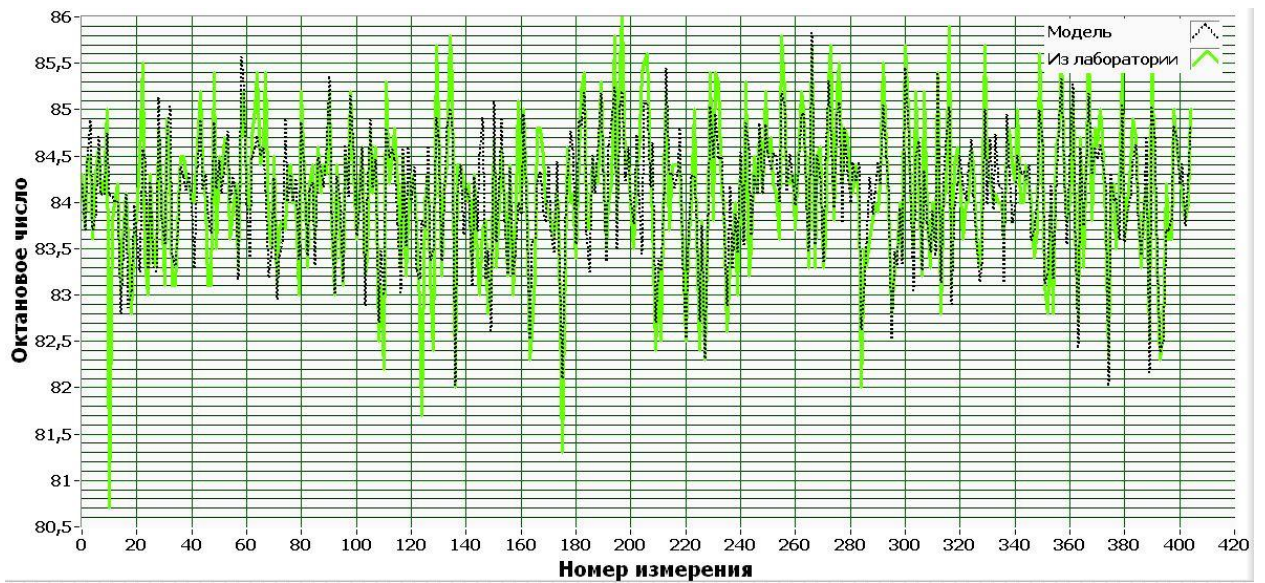


Рисунок 29. Моделирование обучающей выборки

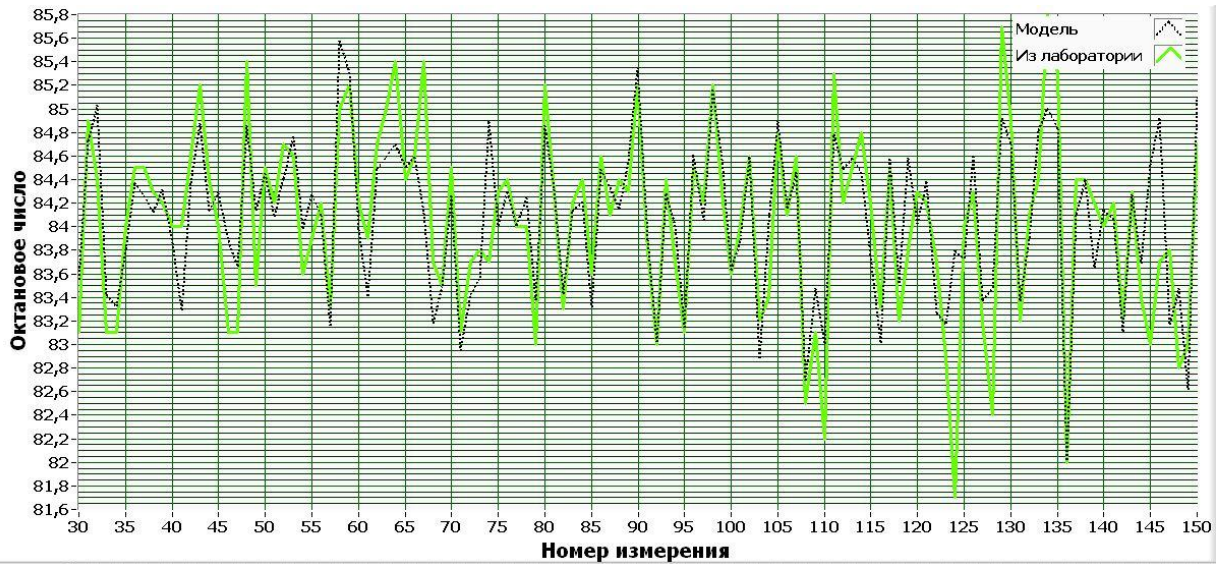


Рисунок 30. Моделирование обучающей выборки (увеличенный масштаб)

Так же была построена гистограмма распределения абсолютной ошибки между моделью и реальными данными (Рисунок 31). И рассчитаны основные показатели точности моделирования (Таблица 8).

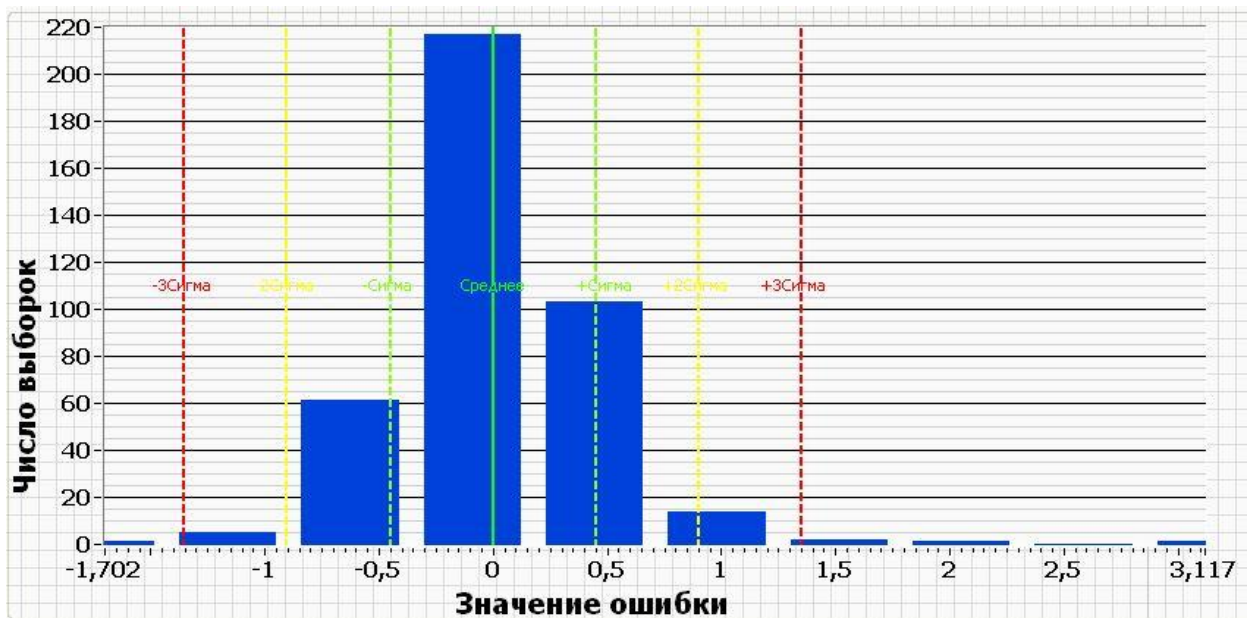


Рисунок 31. Гистограмма распределения абсолютной ошибки между моделью и реальными данными (обучающая выборка)

Таблица 8. Показатели точности моделирования

Показатель	Значение
Среднее значение ошибки моделирования	0
Максимальная абсолютная ошибка	3,38
Дисперсия ошибки моделирования	0,2
СКО прогнозов от анализов	0,45
Корреляция анализов и прогнозов	0,83

Затем в соответствии с алгоритмом была получена модель для тестовой выборки (Рисунок 32). Построена гистограмма распределения абсолютной ошибки между моделью и реальными данными (Рисунок 33), и рассчитаны основные показатели точности моделирования (Таблица 9).

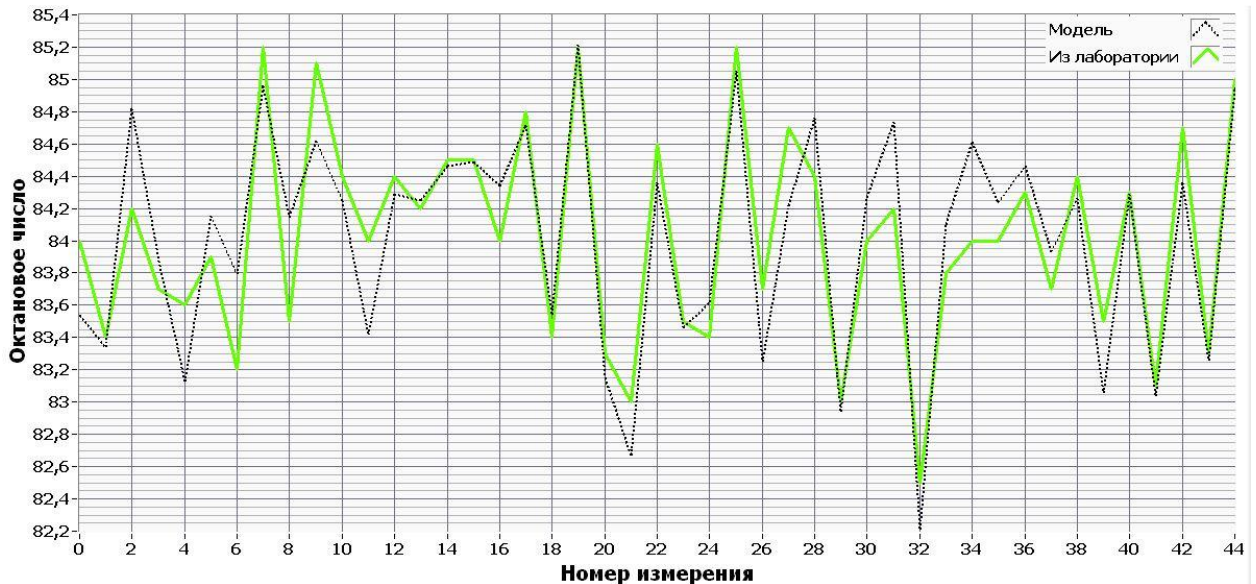


Рисунок 32. Моделирование тестовой выборки

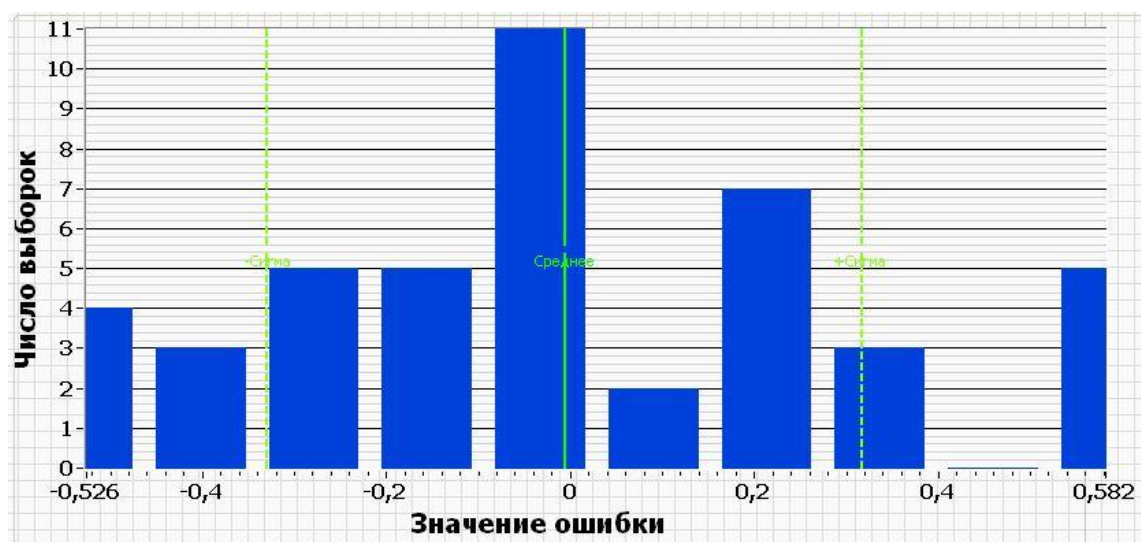


Рисунок 33. Гистограмма распределения абсолютной ошибки между моделью и реальными данными (тестовая выборка)

Таблица 9. Показатели точности моделирования

Показатель	Значение
Среднее значение ошибки моделирования	0,01
Максимальная абсолютная ошибка	0,64
Дисперсия ошибки моделирования	0,1
СКО прогнозов от анализов	0,32
Корреляция анализов и прогнозов	0,88

Сравнение расчетных данных полученных на основе модели и реальных измерений октанового числа стабильного катализа, гистограмма распределения ошибки и показатели точности моделирования, позволяют судить о высоком качестве модели. Так согласно ГОСТ 511-82 «Два результата испытаний, полученные на двух разных установках, признаются достоверными (с 95 %-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает 1,6 октановых единиц» [53, с.12]. Для повышения точности модели можно увеличить число узлов карты Кохонена и увеличить число выборок для обучения карты. Увеличение количества узлов позволит разбить на большее количество областей Вороного, а увеличение обучающей выборки в каждой такой области позволит повысить точность факторного анализа.

Так же полученная карта Кохонена позволит визуализировать текущий рабочий режим и траекторию процесса. Это реализуется отображением ВМУ на карте Кохонена для текущего режима работы установки. Траектория показывает перемещение рабочей точки, которая в некоторых случаях может быть полезной для понимания хода процесса. Пример такой карты приведен на ниже (Рисунок 34).

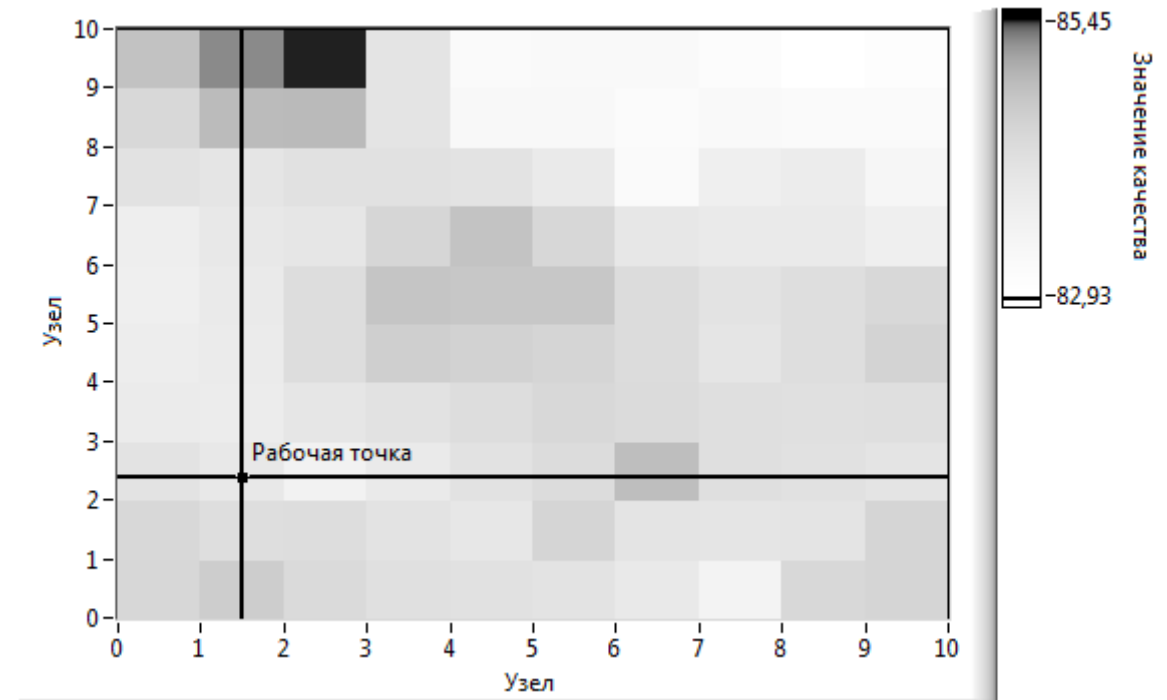


Рисунок 34. Отображение текущего режима на карте Кохонена

Глава 4. Разработка системы прогнозирования качества продукции на основе данных единого информационного пространства предприятия

В Главах 2 и 3 были детально описаны основные математические методы для построения модели технологического процесса. Исходными данными для построения математических моделей являются значения показаний, периодически считываемых с установленных на объекте датчиков, а также значения анализов показателей качества продукции, выполняемых лабораторными методами. Но получение этих данных связано с рядом проблем. Поэтому в данной главе предложен подход, который позволит унифицировать сбор технологических и лабораторных данных для системы моделирования.

4.1. Краткая характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является один из крупнейших НПЗ России на долю, которого приходится около 4% всех нефтепродуктов. Мощность завода составляет около 10 млн. т. в год. Объектом автоматизации являются производственные службы предприятия и объекты завода, на которых имеется информация реального времени, а также информация, характеризующая состояние производства.

В состав НПЗ входят:

- 25 технологических установок;
- 12 резервуарных парков;
- 7 точек отгрузок продуктов и приемки сырья;
- 1 подземное нефтехранилище;
- 1 заводская лаборатория.

В рамках проекта автоматизации были задействованы следующие службы завода:

- Управление завода;
- Производственно-технический отдел;
- Планово-экономический отдел;
- Отдел главного механика;
- Отдел главного энергетика;
- Отдел главного метролога;
- Предприятие информатизации и связи;
- Отдел стратегического анализа;
- Лабораторно-аналитическое управление.

4.2. Проблемы взаимодействия уровней оперативного управления производством НПЗ

До настоящего времени системы автоматизации промышленных предприятий развивались обособленно и независимо друг от друга. Они создавались для разных подразделений предприятия, на основе разнообразных программных средств. Каждая из этих систем традиционно имела свою архитектуру, которая не позволяла интегрироваться со всеми смежными системами. Ситуация осложнялась еще и тем, что многие из систем часто реализовывались на основе различных аппаратных, и информационных стандартов.

На рисунке ниже (см. Рисунок 35) показано типичное взаимодействие подразделений нефтеперерабатывающего завода при оперативном управлении.

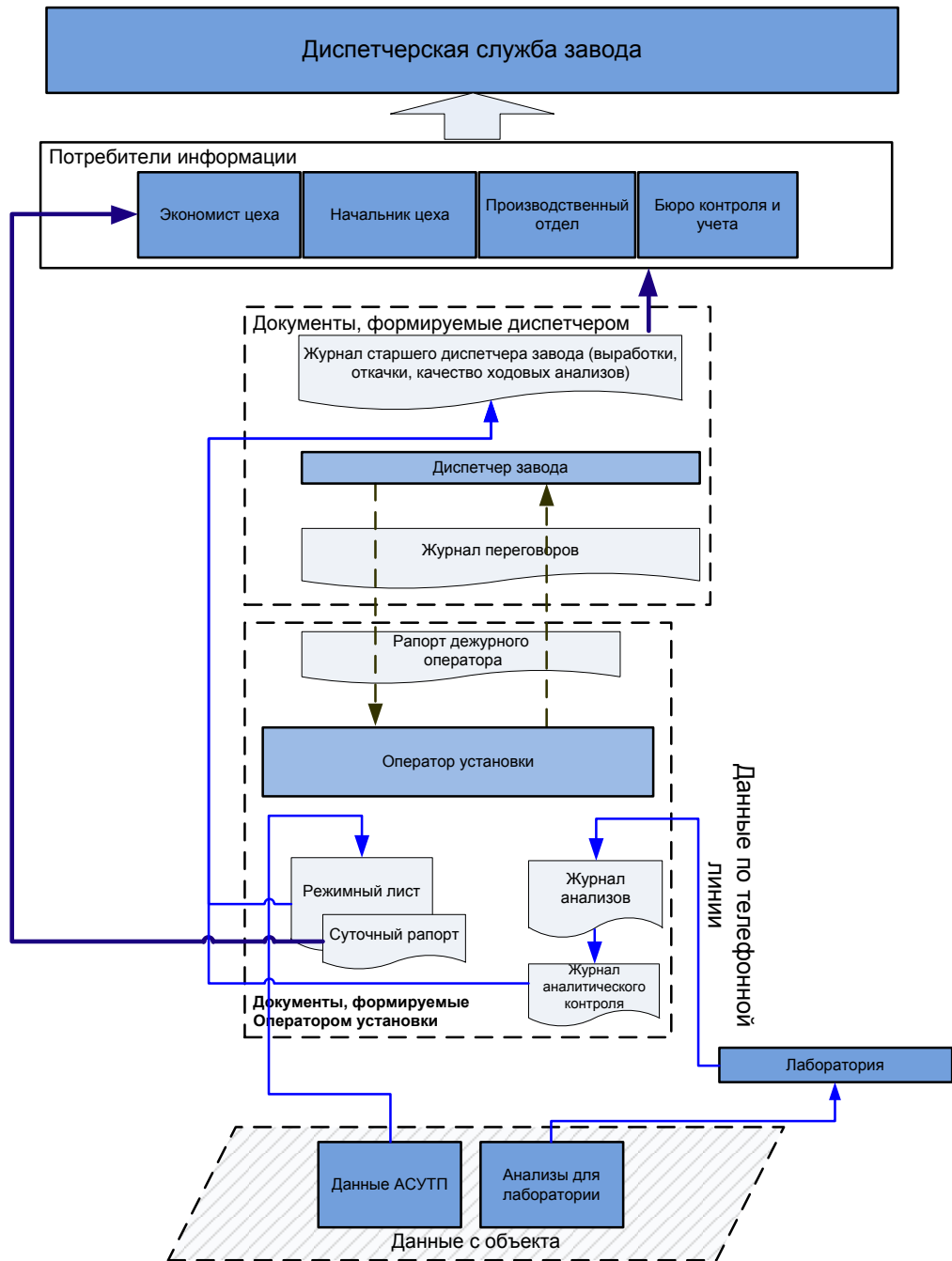


Рисунок 35. Взаимодействие уровней оперативного управления производством на НПЗ

Оперативное управление технологическими процессами осуществляется на основе сбора и первичной обработки данных, включающих в себя результаты применения измерительных средств и комплексов (как правило, входящих в структуры АСУ ТП), а также лабораторные анализы промежуточной и товарной продукции (из LIMS).

Передача информации по уровням оперативного управления в большинстве случаев осуществляется по телефонной связи. Специальные автоматизированные системы диспетчеризации не используются или используются крайне редко. Режимные листы, диспетчерский рапорт и журналы замеров ведутся на бумажных носителях, на всех производственных объектах. На тех установках, где есть РСУ, диспетчерские рапорты формируются автоматически.

Все действия координируются диспетчером завода, выдающего распоряжения операторам в зависимости от нормы дневной выработки и с учетом различных факторов (свободных резервуаров и проч.). Все действия при этом фиксируются диспетчером в Журнале переговоров и оператором в Журнале распоряжений (если таковой имеется), либо непосредственно в Рапорте дежурного оператора, соответственно.

Для оператора установки характерен следующий порядок действий. Данные с приборов фиксируются оператором в режимных листах операторов в соответствии с заданной периодичностью (каждые два часа). Журнал анализов заполняется на основе данных, передаваемых по телефону лабораторией с периодичностью определенной регламентом (обычно 3-4 раза в сутки и с некоторой задержкой). Координирующие указания диспетчеров фиксируются в Рапорте старшего оператора. По окончании суток (смены) подводится итог по поступившему сырью и произведенному продукту в суточном (сменном) рапорте. На 5.00 составляется сводный рапорт с ТЭП, запрашиваемый экономистом цеха. Рапорт может составляться вручную или в автоматическом режиме (где есть РСУ).

Таким образом, можно выделить ключевые проблемы при оперативном управлении производством.

Таблица 10. Проблемы и их следствия при оперативном управлении производством.

Проблема	Следствия
<p>«Лоскутная» автоматизация технологических объектов</p>	<p>Отсутствие единого информационного пространства для всех участников процесса. Невозможность мониторинга и анализа производственной деятельности предприятия в целом.</p>
<p>Бумажный документооборот на уровне управления производством</p>	<p>Отсутствие оперативной информации у всех заинтересованных участников процесса. Значительный объем работы по формированию производственной отчетности, возлагаемой на персонал производственного отдела.</p>
<p>Передача оперативной информации по телефонной линии</p>	<p>Значительный объем работы по формированию оперативной отчетности, возлагаемый на диспетчеров и оперативный персонал. Повышенные временные издержки при передаче оперативной информации.</p>
<p>Отсутствие единого архива производственных данных</p>	<p>Дополнительные временные затраты на получение оперативной производственной информации</p>
<p>Не достаточный уровень полноты и оперативности лабораторных данных</p>	<p>Ведение оператором режима с большим запасом по качеству, выпуск неоднородной продукции</p>

4.3. Единое информационное пространство

Выходом из сложившейся ситуации может быть внедрение автоматизированной системы оперативного управления производством АСОУП (АСУПП). АСОУП предоставляют возможность оперативного управления производственными процессами на промышленном предприятии, а также позволяет эффективно использовать информацию, поступающую с нижнего уровня управления технологическими процессами (уровень АСУТП), для обработки и анализа системами класса АСУП.



Рисунок 36. Единая автоматизированная система управления предприятием

В настоящее время лидером в области построения АСОУП для предприятий нефтегазовой отрасли является компания OSISoft [78] с продуктом PI System (Приложение №1. Краткая характеристика PI System). К безусловным достоинствам PI System относятся:

Сбор данных с любых PLC, DCS, SCADA, LIMS и их гарантированная доставка в единое хранилище (более 500 интерфейсов сбора данных).

Сжатие (в 4...10 раз) и долговременное хранение колоссальных объемов данных в едином формате;

Большое количество пользователей благодаря высокой скорости записи и считывания – до 1000 000 операций в секунду;

Поддержка каналов обмена информацией с системами управления верхнего уровня (SAP/R3, Oracle Application и др.);

Возможность решения широкого круга задач управления производством.

В настоящее время PI System в России установлено на таких предприятиях как:

- Акрон;
- ВНИИМЕТМАШ;
- Водоканал Санкт-Петербург;
- Воскресенские минеральные удобрения;
- Газпром нефть - Омский НПЗ;
- ЕвразГрупп-Новокузнецкий МК;
- Лукойл-Петротел;
- Лукойл-ПНГП;
- Лукойл-ПНОС;
- Магнезит;
- Новатэк;
- Новолипецкий металлургический комбинат;
- Норильский Никель;
- Ноябрьскгаздобыча;
- Ноябрьскнефтегаз;
- Петроказахстан;
- Роснефть-Ванкорское месторождение;
- Роснефть-КуНПЗ;
- Роснефть-НКНПЗ;
- Роснефть-Сызранский НПЗ;
- Русал-Николаевский глиноземный завод;

- Светлогорский ЦБК;
- Сибур-ПЭТФ;
- Сибур-Химпром;
- Сургутгазпром;
- ТАИФ-Казаньоргсинтез;
- ТАИФ-НК (НПЗ, ЗБ, ЗПГК);
- ТНК-ВР – Лисичанский НПЗ;
- ТНК-ВР – Рязанская НХК;
- ТНК-ВР – Саратовский НПЗ;
- ТНК-ВР- Менеджмент;
- Укртатнафта-КрНПЗ;
- Уралоргсинтез;
- Уренгойгазпром;
- Фосагро-Апатит;
- Фосагро-БМУ;
- Высокогорский ГОК;
- Роллтон;
- Московский НПЗ
- Салаватнефтеоргсинтез;
- Роснефть-АНХК;
- Славнефть-Ярославский НПЗ;
- Роснефть – Краснодарнефтегаз;
- Салым Петролиум;
- Сахалин – 2;
- Каракудукмунай;
- Карачаганак;

4.4. Цели АСОУП

При планировании производства на НПЗ и формировании отчетности по произведенным продуктам большое влияние на достоверность данных оказывает «человеческий фактор». АСОУП имеет своей главной целью максимальное уменьшение этого влияния. Основной функцией АСОУП является обеспечение пользователей данными оперативного производственного учета по показателям качества, технологическим режимам и их взаимосвязи [95].

Отражение процессов производства в системе, более точный и детальный учет всех стадий этих процессов в совокупности с полной информацией по ходу производственного процесса, автоматическое формирование пользовательской отчетности в электронном виде – все эти элементы АСОУП имеют своей целью предоставить всем участникам процесса управления производством НПЗ инструменты в их ежедневной работе для оперативного управления производством на современном уровне.

Основными целями системы являются:

- Улучшение качества принимаемых решений специалистами по оперативному управлению переработки нефти путем предоставления им специализированных автоматизированных рабочих мест для анализа параметров технологических процессов в целом по предприятию [67];
- Уменьшение временных издержек оперативного управления производством посредством организации единого информационного пространства производственных данных.
- Повышение уровня анализа производственных данных за счет использования исторических данных, создания структурированных иерархий данных, развитой визуализации,

интеграции существующих в компании различных информационных систем, прикладных пакетов программ.

4.5. Структура АСОУП



Рисунок 37. Структура АСОУП

АСОУП посредством подсистемы сбора и передачи информации собирает данные от различных АСУТП и передает их в подсистему хранения и обработки данных, которая обеспечивает их долговременное хранение в БДРВ системы, а также реализует выполнение инженерных расчетов над исходными данными. Обработанные данные поступают в подсистему прикладных задач, которая реализует базовую функциональность системы и,

кроме того, может включать в себя смежные функции управления производством. Далее информация предоставляется пользователям системы посредством подсистемы представления информации в различных функциональных разрезах на мнемосхемах трендах и отчетах.

4.6. Интеграция данных разнородных систем в единое информационное пространство предприятия

4.6.1. Требования к внедряемой системе

4.6.1.1. Требования к подсистеме сбора и передачи данных

Подсистема сбора и передачи информации должна обеспечивать унификацию и гарантированную доставку в подсистему хранения и обработки информации от всех источников производственных данных без резервирования каналов связи. В подсистеме должны быть предусмотрены различные режимы сбора информации:

- Автоматический;
- Ручной;
- Комбинированный.

Сбор информации при наличии действующих АСУТП должен осуществляться в автоматическом режиме специализированными программами-интерфейсами, обеспечивающими надежную передачу данных от различных систем автоматизации в подсистему хранения и обработки.

При потере физического соединения, должна быть обеспечена функция буферизации информации в программе-интерфейсе и автоматическое полное восстановление данных при возобновлении соединения.

Для участков производства не оснащенных современными средствами автоматизации, сбор информации должен осуществляться с помощью специализированной программы ручного ввода. После оснащения данных участков автоматизированными средствами (такими как АСУТП и РСУ),

программы ручного ввода данных, заменяются интерфейсом передачи данных в сервер производственных данных.

Информация об операциях по перекачке нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках должна собираться с помощью специализированной программы учета движения нефти и нефтепродуктов.

Сбор информации по результатам лабораторных анализов нефти и нефтепродуктов должен осуществляться с помощью специализированных программ - автоматизированных рабочих мест лаборантов.

4.6.1.2. Требования к подсистеме хранения и обработки информации

Подсистема хранения и обработки информации должна обеспечивать долгосрочное хранение, обработку и доступ к производственной информации. Также подсистема хранения и обработки информации должна содержать инструменты (серверное ПО) для выполнения аналитических задач. Подсистема хранения и обработки информации должна состоять из следующих частей:

- база данных реального времени (БДРВ) - должна обеспечивать эффективное хранение и доступ к технологической информации;
- реляционная база данных - должна обеспечивать:
 - хранение и доступ к нормативно-справочной информации и метаданным (результатом анализов) лабораторной информационной системы;
 - хранение и доступ к модели материальных потоков завода;
- сервер функциональных задач - должен обеспечивать выполнение аналитических и вычислительных задач в реальном масштабе времени;

- сервер представления данных - должен обеспечивать персонализированное представление информации на основе web-технологий в виде мнемосхем и отчетов.

4.6.1.3. Требования к подсистеме представления информации

Представление информации пользователям должно осуществляться клиентскими продуктами, которые должны обеспечивать:

- графический человеко-машинный интерфейс с использованием мнемосхем, одиночных и групповых трендов, анимации;
- создание и построение отчетов по оперативным и архивным данным;
- предоставление данных пользователям, как внутри локальной сети Общества, так и за ее пределами, с использованием Intranet/Internet технологий;
- использование языков программирования С# и VBA для написания программ, обрабатывающих данные и расширяющие возможности стандартных клиентских продуктов;
- пользовательский интерфейс на русском языке;
- экспорт данных в офисные программы (Excel, и т.д.);

4.6.1.4. Взаимосвязь со смежными системами

Система должна обеспечить взаимосвязь с другими информационными системами по протоколам обмена, принятым в сфере промышленной автоматизации (OPC, DDE, ODBC). В АСОУП должна существовать защита от несанкционированного доступа из смежных систем.

4.6.1.5. Требования к режимам функционирования системы

Система должна обеспечивать прием данных и их отображение в круглосуточном режиме. Допускаются перерывы в работе Системы для технического обслуживания, резервного копирования данных, обновления версий базы данных и программного обеспечения, проведения других плановых работ общесистемного характера продолжительностью до 2 часов не чаще одного раза в месяц. При этом в Системе должен быть предусмотрен механизм приема данных от систем АСУТП в буфер на время профилактических работ Системы и механизм дальнейшего чтения данных из этого буфера после завершения профилактических работ.

4.6.2. Принципы организации информационного пространства

Решение по обеспечению единого, согласованного информационного пространства АСОУП реализуется путем централизованного сбора, хранения, и предоставления технологических данных реального времени. Обобщенная структурная схема приведена на рисунке ниже (см. Рисунок 38).

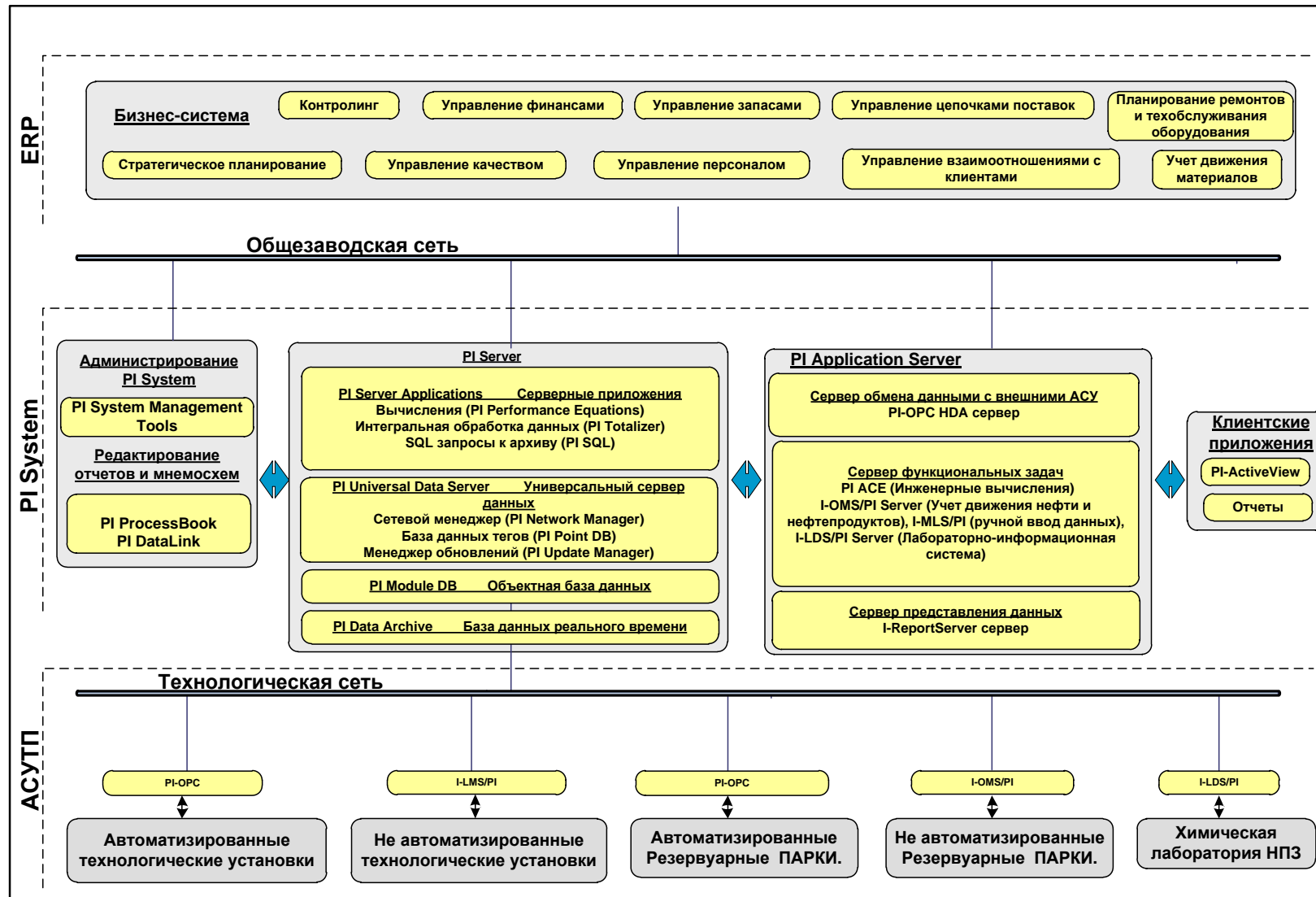


Рисунок 38. Обобщенная структурная схема

Технологические данные реального времени (давления, температуры, расходы и пр.) характеризуются небольшим количеством передаваемых и хранимых атрибутов (наименование параметра, метка времени и значение), но в то же время поток этих данных носит «непрерывный» характер со средней дискретностью порядка 10 секунд. Дискретность передаваемой и хранимой информации, как правило, определяется скоростью течения процесса и частотой обновления данных на источнике первичной информации. Кроме того, требуется осуществлять фильтрацию собираемых технологических данных с учетом класса точности измерительных приборов и гарантировать поступление этих данных в базу данных реального времени. За счет этой специфики современные технологические базы данных реального времени обладают широким набором интерфейсов к различным источникам производственно-технологической информации, поддерживающих гибкую настройку каждого параметра, высокую разрешающую способность по считыванию данных и буферизацию этих данных в случае нарушения связи.

В качестве базового структурного элемента подсистемы технологических данных реального времени созданной АСОУП использовалось программное обеспечение PI System компании OSIsoft. Ядром PI System является БДРВ PI Server, гибко масштабируемый по количеству хранимых параметров. Емкость PI Server может достигать 2 млн. тегов на одном сервере. Особенность PI Server состоит в хранении информации в «сжатом» виде, без потери точности восстановления данных с любым разрешением. Величина компрессии составляет от 4 до 10 в зависимости от вида информации. Высокое быстродействие сервера - до 100.000 операций в секунду при чтении/записи - обеспечивает одновременную комфортную работу до 500 пользователей.

База данных допускает возможность настройки степени сжатия для каждого отдельного параметра. Специализированные алгоритмы сжатия данных обеспечивают хранение сотен тысяч параметров с заданной

точностью на неограниченном отрезке времени. PI сервер производит протоколирование нарушений передачи данных, выхода данных за допустимые пределы значений, время последнего изменения в конфигурации параметра.

PI Data Archive - традиционно один из наиболее значимых компонентов PI сервера. Архив состоит из набора файлов, в заголовке которых указан временной диапазон хранения данных. Кроме того, каждый файл имеет индексированную по времени внутреннюю структуру. Благодаря этому поиск информации для заданного интервала времени выполняется очень быстро. Важно, что расширение и корректировка архива может выполняться on-line без остановки работы сервера, т.е. без потери информации и перерывов в обслуживании пользователей.

Данные в архиве хранятся с отметками времени и в «сжатом» виде (если сжатие данных было специально задано). Сжатие начинается еще по пути из интерфейсов, которые посылают данные в архив сервера. Данные посылаются только по событиям. Событием считается отклонение текущего значения параметра от предыдущего посланного значения на некоторую заданную величину. При этом данные поступают в Snapshot (снимок) - временное хранилище для текущих значений. По пути из Snapshot в архив данные подвергаются более сложному алгоритму сжатия, который называется Swinging Door («Качающаяся дверь»). Суть этого метода заключается в том, что в архиве не хранятся данные, которые можно восстановить в пределах заданной точности с помощью линейной интерполяции по данным, которые хранятся в архиве. Такой метод позволяет сжимать хранимые данные в 4 - 10 раз и мгновенно восстанавливать значение параметра, соответствующее любому заданному моменту времени.

Созданная система обеспечивает хранение полученных данных в центральной базе данных в соответствии со следующим регламентом:

- Данные реального времени (для различных групп параметров период опроса может принимать значение от секунды до 5-и минут), – длительность хранения - 3 года;
- 5-минутные значения (измеряемые технологические параметры дискретные и аналоговые), длительность хранения - 3 года;
- Почасовые значения (для задач учета качества и количества электроэнергии и им подобных), длительность хранения - 10 лет;
- Суточные значения (суточные отчеты расходов, остатков, операций и потерь), длительность хранения - 10 лет;
- Месячные, квартальные, годовые данные (отчеты расходов, остатков, операций и потерь за эти периоды), длительность хранения - 10 лет;
- Сообщения о нештатных ситуациях - длительность хранения - 10 лет.

Система предоставляет гибкие возможности по настройке и изменению периодов, мест опроса и передачи данных в соответствии с производственной необходимостью.

4.6.2.1. Модули для интеграции разнородных систем

4.6.2.1.1. Интерфейсы сбора данных

Для сбора и передачи данных от действующих на предприятии АСУТП использовалось стандартное ПО (PI-интерфейсы). Оно позволяет унифицировать программное обеспечение и снизить стоимость информационной системы. Интерфейсы PI обеспечивают двухсторонний обмен данными между PI Server и различными SCADA, DCS, PLC, а также с бизнес-системами предприятия. При отсутствии специализированного интерфейса обмен данными может быть осуществлен через OPC, DDE или ODBC.

Технология OSIssoft предусматривает распределенный и непрерывный сбор данных с поддержкой буферизации при потере связи между сервером и интерфейсом. Возможен сбор данных с систем, работающих под управлением различных операционных систем, а так же передачу данных между серверами PI.

Для интерфейсов реализованы следующие функции:

- Удаленная конфигурация;
- Запуск/остановка/обмен сообщениями;
- Индикация некачественных данных или обрыва связи;
- Автоматическая регистрация изменений атрибутов тегов PI;
- Автоматическая регистрация изменений атрибутов тегов устройства;
- Резервирование.

Интерфейсы получают данные из первичных источников информации на производстве. Этими первичными источниками являются существующие системы управления, реляционные базы данных, в которых собирается информация о производстве, системы ручного ввода данных. Обычно интерфейс работает либо на том же компьютере, на котором работает конкретная АСУТП, либо на компьютере, расположенном рядом (в этом случае они соединяются по локальной сети) (см. Рисунок 39).

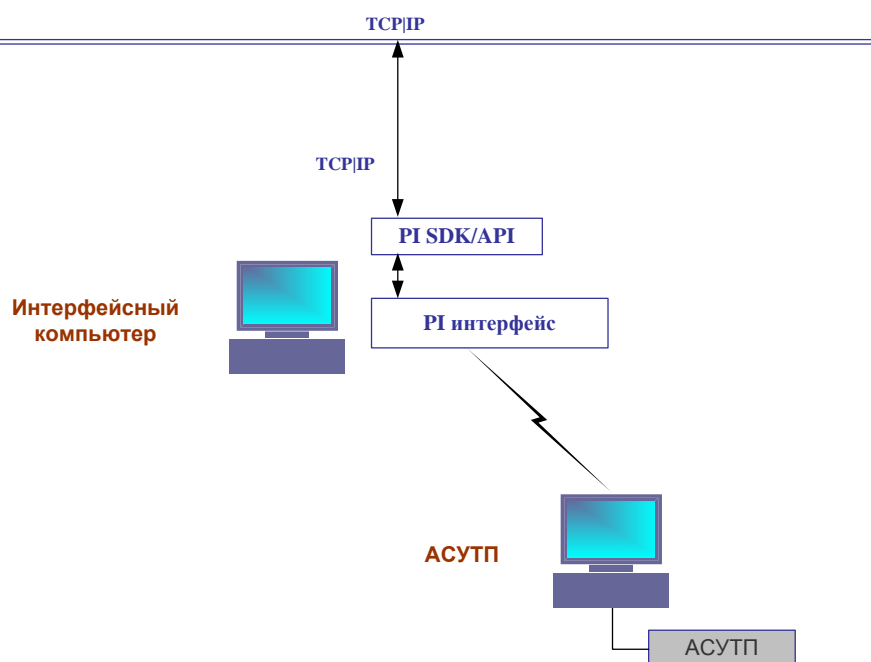


Рисунок 39. Принципиальная схема интерфейсов сбора данных

Интерфейсы являются фактически шлюзом между конкретным источником информации нижнего уровня и сервером. Они переводят данные из форматов, в которых эти данные представлены в каждой конкретной системе нижнего уровня, в единый стандартный формат PI System. На интерфейсах осуществляется также предварительное сжатие информации и ее буферизация на время неисправности в линиях передачи данных. Предварительное сжатие информации заключается в том, что передаются только те данные, которые отличаются от предыдущих переданных данных на величину, превышающую некоторый порог. Обычно за такую величину принимается половина диапазона допустимой ошибки. Такое отсеивание данных называется тестом на отклонение. Затем данные по линиям связи поступают в сервер PI System. В сервере данные поступают в специальное временное хранилище, которое называется Snapshot. В сервере осуществляется окончательное сжатие данных.

Центральный сервер системы (PI System) предназначен для того, чтобы аккумулировать все данные реального времени, собранные через интерфейсы с нижнего уровня АСУТП. PI Server ведет архив истории этих данных и

обеспечивает информацией из этого архива все смежные системы и клиентские приложения, установленные на рабочих местах специалистов.

4.6.2.1.2. Ручной ввод данных

Принципиальная схема ручного ввода представлена на рисунке ниже (см. Рисунок 40).

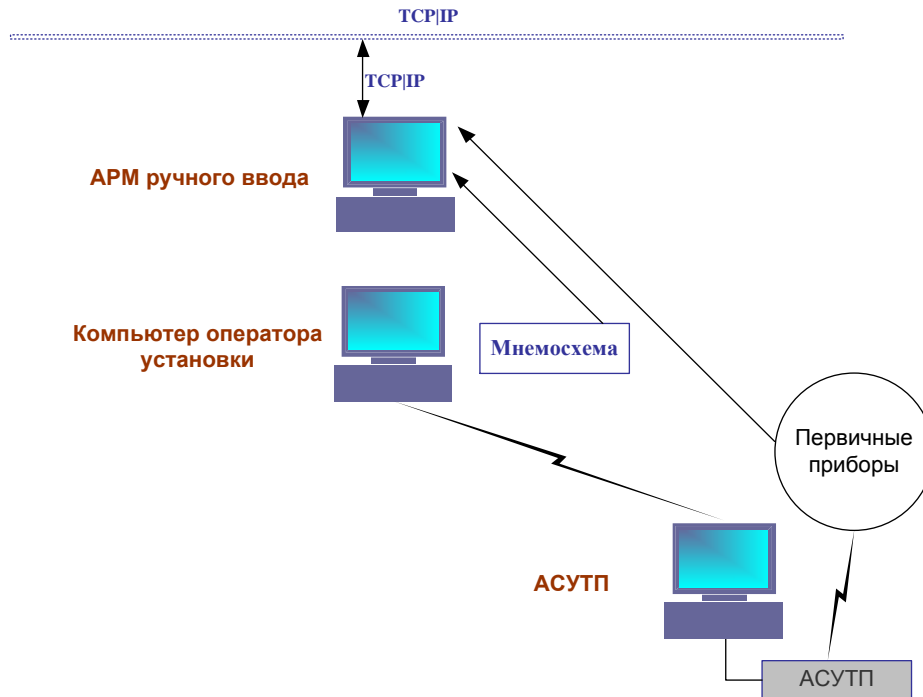


Рисунок 40. Принципиальная схема ручного сбора данных

Ручной ввод данных в систему реализован на продукте I-MLS/PI компании Индасофт [79].

«I-MLS/PI - клиентское приложение для ручного ввода технологических данных в архив PI System, которое базируется на персональном компьютере. Ручному вводу подлежат доступные операторам технологических процессов данные, которые по различным причинам не могут быть введены в систему автоматизированным способом.

Программа I-MLS/PI реализует следующие функции:

- Регистрация значений технологических параметров;

- Динамический учёт направлений передачи сырья, полуфабрикатов и продуктов по заводу;
- Ввод данных о состоянии оборудования и причинах его простоя;
- Ввод распоряжений диспетчера и комментариев к технологическим данным;
- Формирование отчетов «Режимный лист» и «Материальный баланс» по технологическому объекту.

Программа представляет собой набор диалоговых окон, в которые оператор с определенной периодичностью (предусмотренной регламентом) вносит предписанный набор данных. Пример интерфейса ввода данных приведен ниже (см. Рисунок 41)

Параметры	Ед. изм.	Колонка ввода	Предыдущее значение	Время записи	Минимум	Максимум
ТП-17 ВКУ						
ТП-17 яч.4 (ТП-25 ЦКС и ХВП) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.4 (ТП-25 ЦКС и ХВП) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.17 (ТП-25 ЦКС и ХВП) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.17 (ТП-25 ЦКС и ХВП) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.5 (ТП-44 ВЗП и насосн. 2 подъём) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.5 (ТП-44 ВЗП и насосн. 2 подъём) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.16 (ТП-44 ВЗП и насосн. 2 подъём) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-17 яч.16 (ТП-44 ВЗП и насосн. 2 подъём) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:58	-100	99900
ТП-4 Вакuumная						
ТП-4 яч.24 (Заводская лаборатория) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.24 (Заводская лаборатория) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.25 (Заводская лаборатория) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.25 (Заводская лаборатория) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.22 (ТП-38 НП/Ки/ИП) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.22 (ТП-38 НП/Ки/ИП) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.23 (ТП-38 НП/Ки/ИП) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.23 (ТП-38 НП/Ки/ИП) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.3 (ТП-23 Нефтеперемаш) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.3 (ТП-23 Нефтеперемаш) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.18 (ТП-23 Нефтеперемаш) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.18 (ТП-23 Нефтеперемаш) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:28:58	-100	99900
ТП-4 яч.4 (РМУ и ССУ) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:29:28	-100	99900
ТП-4 яч.4 (РМУ и ССУ) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:29:28	-100	99900
ТП-4 яч.9 (РМУ и ССУ) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:29:28	-100	99900
ТП-4 яч.9 (РМУ и ССУ) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:29:28	-100	99900
ТП-11 АКС						
ТП-11 яч.16 (КТП-12 Факельное) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:28	-100	99900
ТП-11 яч.16 (КТП-12 Факельное) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:28	-100	99900
ТП-11 яч.17 (КТП-12 Факельное) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:28	-100	99900
ТП-11 яч.17 (КТП-12 Факельное) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:27:28	-100	99900
ГПП-1						
ГПП-1 яч.76 (ТП-19 Установка серы) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:58	-100	99900
ГПП-1 яч.76 (ТП-19 Установка серы) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:58	-100	99900
ГПП-1 яч.36 (ТП-19 Установка серы) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.36 (ТП-19 Установка серы) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.1 (ТП-28 Проходная) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900
ГПП-1 яч.1 (ТП-28 Проходная) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900
ГПП-1 яч.39 (ТП-28 Проходная) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.39 (ТП-28 Проходная) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.3 (ТП-15 Насосная ППТ и ТСС) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900
ГПП-1 яч.3 (ТП-15 Насосная ППТ и ТСС) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900
ГПП-1 яч.37 (ТП-15 Насосная ППТ и ТСС) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.37 (ТП-15 Насосная ППТ и ТСС) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.30 (Шымкент Мундй Онемерд) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.30 (Шымкент Мундй Онемерд) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.56 (Силк Родд Азия, Жалын, Ак-сай) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.56 (Силк Родд Азия, Жалын, Ак-сай) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:58	-100	99900
ГПП-1 яч.4 (ППС) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.4 (ППС) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:28	-100	99900
ГПП-1 яч.80 (ППС) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:58	-100	99900
ГПП-1 яч.80 (ППС) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:26:58	-100	99900
ГПП-1 яч.28 (Вгавтогассервис) Актив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900
ГПП-1 яч.28 (Вгавтогассервис) Реактив.	Вт		П/Д	07.07.2005 05:25:58	-100	99900

Рисунок 41. Ручной ввод. I-MLS

I-MLS/PI обеспечивает следующий контроль ввода данных:

- Идентификацию пользователей, позволяющую определять источник и время ввода данных, а также ограничивать доступ к информации и ее изменению.
- Отслеживание границ ввода данных (каждому параметру задается верхняя и нижняя границы, при нарушении которых оператору выдается сообщение).
- Ограничение ввода по времени до (минут). Программой I-MLS/PI каждому параметру предписываются часы, в которые его значения должны быть введены в архив, а оператору - диапазон времени для ввода этих значений. «Ограничение ввода по времени до» показывает, как рано оператор может ввести значения этих параметров (значение этого атрибута может изменяться от 1 до 60 минут с дискретностью 1 минута).
- Ограничение ввода по времени после (минут) показывает, на сколько минут оператор может задержать ввод значений соответствующих параметров (значение этого атрибута может изменяться от 1 до 60 минут с дискретностью 1 минута). Также настраивается день месяца и день недели, когда следует вводить данные.

Предусмотрено создание собственных условий для контроля ввода данных. Например, ввод значения меньшего, чем предыдущее в случае накопительных счетчиков и т.п.» [79].

4.6.2.2. Подсистема представление информации

Подсистема обеспечивает представление пользователям информации с помощью мнемосхем, таблиц, трендов и отчетов по всем производственным данным в соответствии с правами доступа.

Функция представления информации пользователям осуществляется стандартными клиентскими приложениями, которые на программном уровне обеспечивают:

- графический человеко-машинный интерфейс, переконфигурируемый в режиме on-line, с использованием мнемосхем, одиночных и групповых трендов, анимации;
- создание отчетов по оперативным и архивным данным в таблицах Excel;
- использование SQL-запросов для обработки архивных и оперативных данных;
- импорт/экспорт данных из офисных программ (Excel, Access, Word);
- обработку данных периодических процессов;
- оценку качества управления параметрами;
- использование Internet/ Intranet технологий для представления данных;
- использование языков программирования С и VBA для написания программ, обрабатывающих данные и расширяющих возможности стандартных клиентских приложений;
- использование в пользовательском интерфейсе текстов на русском языке.

Персонализированный доступ пользователей к информации осуществляется с помощью индивидуальных автоматизированных рабочих мест (АРМ), позволяющих получать и анализировать текущую и архивную производственную информацию непосредственно с экранов компьютеров в виде мнемосхем и трендов, создавать отчеты в Microsoft Excel.

АРМы специалистов базируются на существующих персональных компьютерах специалистов с операционной системой MS Windows XP и клиентским ПО PI-ActiveView. АРМы специалистов обеспечивают выдачу

информации о ходе производственных процессов в режиме реального времени и их истории (в графическом и табличном виде).

Производственная информация отображается в иерархическом представлении в виде мнемосхем с возможностью углубленной детализации информации о конкретном технологическом процессе, в том числе с возможностью представления в едином пользовательском интерфейсе данных из различных систем.

Для четкой организации и структуризации представления производственной информации в виде мнемосхем во внедренной АСОУП приняты следующие соглашения:

- При формировании мнемосхем исходят из принципа "от общего к частному", т.е. для всего завода создается укрупненная структура в виде дерева с возможностью навигации по его ветвям для получения информации как по цехам и установкам в целом, так и по отдельным блокам и технологическим аппаратам на детальных мнемосхемах.
- Укрупненные и детализированные мнемосхемы, представляющие технологические данные основного производственного процесса, группируются по цехам и установкам.
- Мнемосхемы, представляющие информацию по материальным и энергетическим балансам, технико-экономическим показателям и показателям качества, сводки типа план-факт также группируются по установкам.
- Информация по отчетам, поточным схемам и администрированию хранится в папках, представленных в укрупненной структуре. Перечень основных реализованных мнемосхем и отчетов приведен ниже (см. Таблица 11):

Таблица 11. Основные реализованные мнемосхемы и отчеты

Мнемосхемы	
Наименование	Кол-во, шт.
1. Расчет отклонения факта от плана в реальном времени.	24
2. Мониторинг загрузки установок	24
3. Отклонений техпроцесса от заданных режимов (ключевые показатели производства)	24
4. Мнемосхема потоков НПЗ и смежных структур.	1
5. Остатки нефтепродуктов в резервуарных парках.	8
6. Показатели качества.	24
Отчеты	
Наименование	Кол-во, шт.
1. Режимные листы отдельных установок за сутки (смену)	
2. Суточный диспетчерский лист НПЗ по паркам и продуктам	1
3. Суточный анализ работы технологических установок НПЗ с разбивкой по цехам	8
4. Оперативная сводка НПЗ по поставке и переработке сырья, реализации готовой продукции	3
5. Выполнение производственной программы и плана по сортности, в т.ч. и со знаком качества (материальный баланс цеха, производства, установки)	8
6. Расход сырья, материалов, энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции	8
7. Движение сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и реагентов	8
8. Отклонения от норм качества продукции и сырья полные аналитические показатели качества	8
9. Соблюдение норм технологического режима и качества продукции	8
10. Баланс по промышленным паркам за сутки	13
11. Оперативный лист по промышленным паркам в разрезе цехов за сутки	13
12. Движение нефтепродуктов по резервуарам за сутки. -	13
13. Акт о снятии остатков по резервуарам.	13
14. Аналитический контроль производства НПЗ. В разрезах месяц, квартал, год	3
15. Аналитический контроль технологического процесса установки	24
16. Сводные анализы по НПЗ за сутки.	1
17. Аналитический контроль установки за выбранный	24

период.	
18. Суточный материальный баланс установки (оперативный по измеренным данным)	21

4.6.2.2.1. Представление информации в виде мнемосхем

Пользовательский интерфейс в виде мнемосхем предлагает наглядное графическое представление данных о технологическом процессе с текущими значениями производственных параметров, объединяющее информацию с различных источников. Такой способ позволяет эффективно контролировать ход технологических процессов в реальном времени, а также анализировать зависимости между отдельными стадиями и компонентами производственного процесса в целом.

Для задачи графического представления информации используются стандартные клиентские приложения, входящие в состав PI System и направленные на создание и представление информации в графическом виде. В информационной системе производства используется клиентское приложение PI Active View.

PI Active View позволяет пользователям просматривать графические мнемосхемы, содержащие данные из архива АСОУП, а также из источников ODBC (с помощью ADO или VBA) с помощью web-браузера во внутрикорпоративной сети. Графические мнемосхемы, так называемые документы PI Display, формируются в клиентском приложении PI Process Book.

Во время просмотра в web-браузере документа PI Display графические мнемосхемы автоматически обновляются новыми данными, поступающими в архив данных АСОУП.

Каждые пять секунд PI Active View запрашивает сервер АСОУП обо всех новых значениях тегов в открытых мнемосхемах. Тренды, столбцы и другие символы каждой мнемосхемы обновляются, отображая, таким

образом, новую информацию. Системный администратор АСОУП может менять частоту обновления информации.

Значения из наборов расчетных данных PI и наборов специальных данных также обновляются динамически.

Для создания документов PI Display, отображающихся в PI Active View, инженер-разработчик сохраняет графическую мнемосхему PI Process Book как независимый файл (.PDI) и включает его в страницу, написанную на языке HTML. Разработчик может также использовать ASP с Microsoft IIS. Документ PI Display может быть полностью интегрирован с другими материалами, хранящимися на любом web-сайте. Пример мнемосхемы показан ниже (см. Рисунок 42)



Рисунок 42. Пример реализованной мнемосхемы

Графические мнемосхемы PI Active View могут включать скрипты автоматизации VBA. PI Active View может использоваться также и в других контейнерах, например, в Microsoft Excel.

4.6.2.2.2. Представление информации в виде отчетов

Для четкой организации и структуризации представления производственной информации в виде отчетов в системе приняты следующие соглашения и реализованы следующие технические решения.

Доступ к отчетам, генерируемым системой, осуществляется из главного меню пользовательского интерфейса нажатием строки "Отчеты". В центральную часть экрана будет выведен список доступных отчетов. Количество отчетов в списке достаточно велико, что может затруднить выборку требуемого отчета из представленного списка. Поэтому интерфейсом предусмотрен доступ к отчетам с уровня технологических установок. В этом случае пользователю предлагается список отчетов по конкретной технологической установке.

«Программа Сервер отчетов (I-ReportServer (I-RS)) предназначена для генерации отчетов по запросу клиентов. Программный продукт состоит из серверного и клиентского модулей, а также программы администрирования. Серверный модуль обеспечивает генерацию отчетов на основе шаблонов, разработанных в Excel с использованием функций PI-Datalink, макросов и программ на VBA. Генерация отчетов производится по запросу пользователей или по расписанию, а клиент получает отчет в виде HTML-файла. Созданные программой отчеты хранятся на диске, что позволяет значительно снизить загрузку PI-сервера при последующих обращениях, поскольку повторного формирования отчетов не происходит – клиенту возвращается созданный ранее HTML-файл.

Программа администрирования Сервера отчетов позволяет вести перечень текущих версий отчетов, настраивать параметры их генерации, разграничивать доступ пользователей PI System к отчетам, создавать новые формы отчетов на базе шаблонов Сервера отчетов, одновременно обрабатывать запросы от нескольких десятков пользователей» [79].

Для задачи создания отчетов в АСОУП используется универсальное клиентское приложение PI Data Link, входящие в состав PI System.

Программное приложение Data Link обеспечивает связь между архивами PI System и программами создания электронных таблиц в Microsoft Windows. Data Link позволяет пользователю извлекать информацию непосредственно в Microsoft Excel. В сочетании с функциональными возможностями самих

электронных таблиц это свойство делает Data Link мощным и удобным средством формирования всевозможных отчетов.

4.6.2.3. Подсистема инженерных вычислений

Любые собранные данные, прежде чем стать информацией требуют проведения тех или иных вычислений. Расчеты в системе АСОУП реализованы в специальном программном продукте PI Advanced Computing Engine (ACE) - расширенная среда выполнения расчетов.

Общая структура PI Advanced Computing Engine и ее взаимодействие с сервером PI System представлена ниже (Рисунок 43).

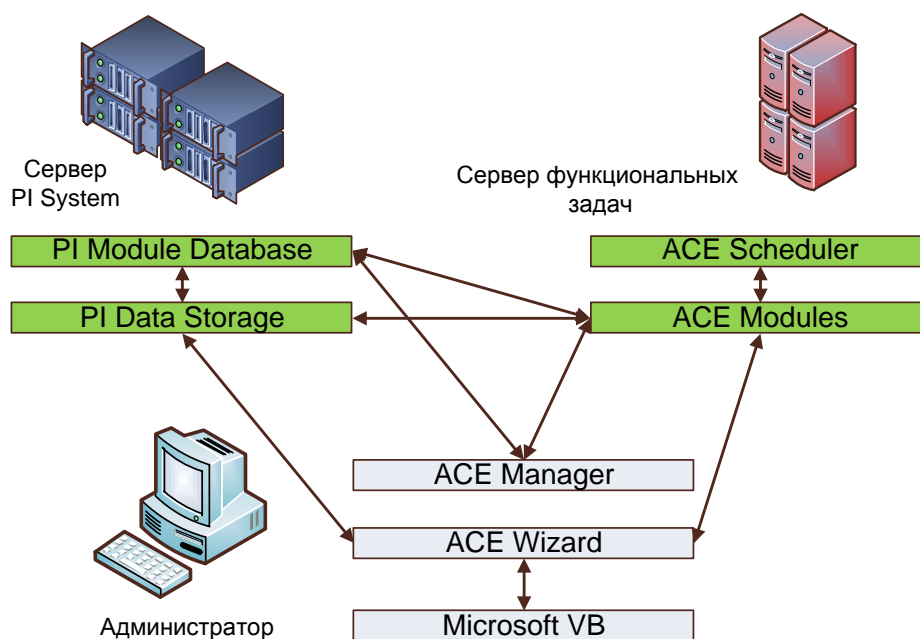


Рисунок 43. Структура модуля инженерных вычислений

Пакет PI Advanced Computing Engine позволяет гибко использовать имеющиеся производительные средства, так как способен работать как в локальной, так и в распределенной конфигурации.

Организация процедуры выполнения расчетов и обработки информации в подсистеме учета движения нефти и нефтепродуктов представлены ниже (Рисунок 44). Так же были реализованы расчеты для вычисления наработки оборудования, расчета накопительных значений и др.



Рисунок 44. Структура реализованных расчетов

Исходные данные поступают в подсистему либо из подсистемы производственного мониторинга, либо от специализированных АРМ, где осуществляется ручной ввод, либо из других автоматизированных систем. Эти данные представляют собой информацию о первичных измерениях.

Посредством специализированных расчетов, исходные данные пересчитываются и затем отображаются в отчетах, трендах или мнемосхемах.

4.7. Система моделирования качества продукции

Внедрение единого информационного пространства позволит хранить лабораторные технологические данные в единой базе и организовать быстрый доступ к ним. Но высокая загруженность заводской лаборатории не позволяет проводить анализы чаще, чем несколько раз в сутки. Что вынуждает операторов управлять процессом с большим запасом по качеству и приводит к неоднородности выпускаемого продукта. Выходом из сложившейся ситуации может стать построение системы моделирования качества продукции на основе данных АСОУП.

- Технологические данные. Поступают примерно раз в минуту.
- Данные по качеству. Поступают 3-5 раз в сутки.
- Данные по качеству рассчитанные по модели. Рассчитываются каждую минуту
- Агрегированные данные. Считаются по требованию пользователя или посуточно(по сменно)

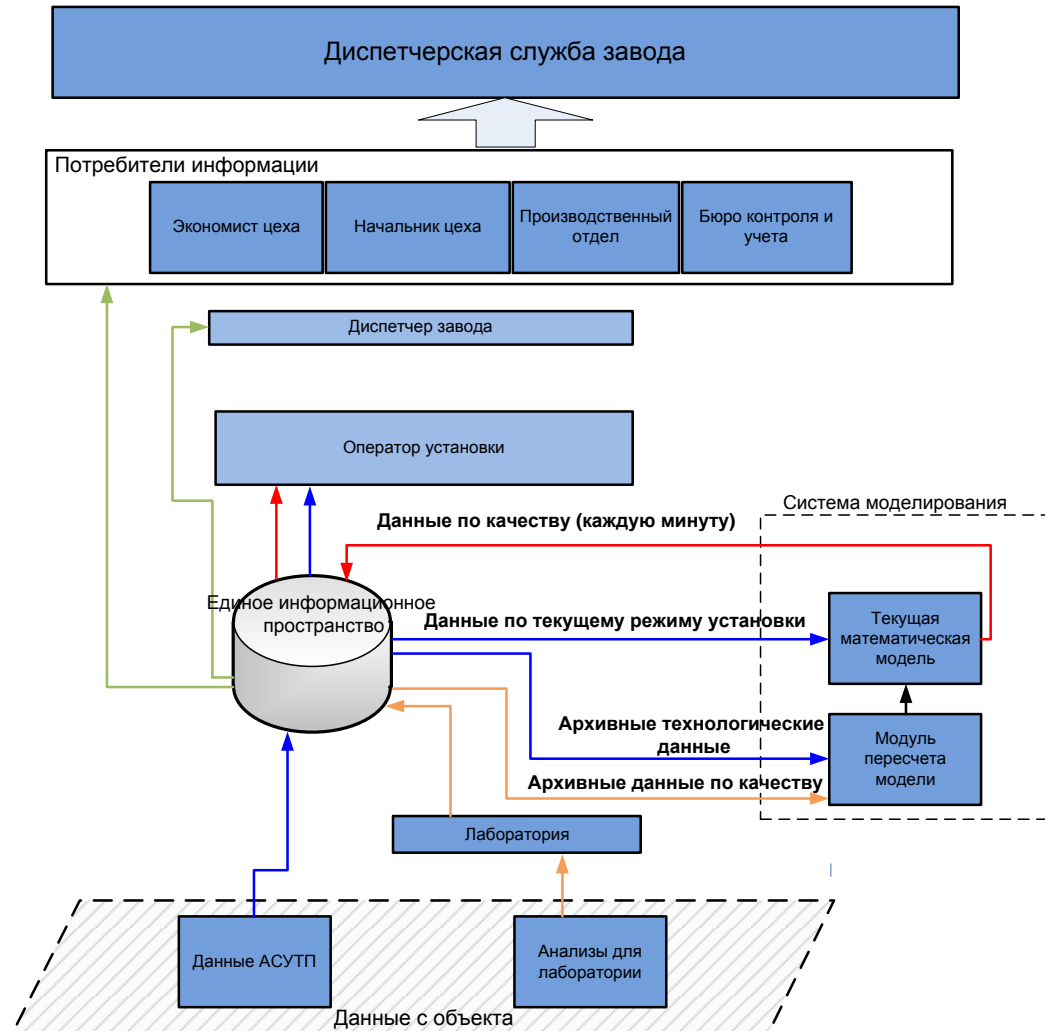


Рисунок 45. Система моделирования на основе данных единого информационного пространства

На рисунке (Рисунок 45) представлена схема взаимодействия уровней оперативного управления НПЗ и система моделирования качества продукции. Центральным звеном является PI Server, который выступает в роли единого информационного пространства. Лабораторные данные и данные АСУТП собираются и архивируются в нем. Далее на основе исторических данных показателей качества и синхронизированных с ними по

времени отбора пробы значениям параметров режима система моделирования строит модель качества технологического процесса. Модель представляет собой математическую зависимость качества получаемого продукта от режимов технологического процесса. Перерасчет модели проводится каждый раз при поступлении нового лабораторного анализа для данной установки. По полученной модели на основе текущих данных по режиму установки каждую минуту рассчитывается качество получаемого продукта и передается в PI Server. Откуда с помощью подсистемы предоставления информации становится доступной для операторов установок.

4.8. Реализация системы моделирования качества продукции

Для создания системы моделирования был выбран графический язык программирования LabVIEW.

“LabVIEW - это быстро развивающаяся среда графического программирования, которую используют технические специалисты, инженеры, преподаватели и ученые по всему миру для быстрого создания комплексных приложений в задачах измерения, тестирования, управления, автоматизации научного эксперимента и образования. В основе LabVIEW лежит концепция графического программирования - последовательное соединение функциональных блоков на блок-диаграмме” [77]. LabVIEW имеет огромное количество различных библиотек для моделирования, обработки сигналов и построения систем управления. Данная среда позволяет с легкостью разрабатывать программное обеспечение с продвинутым графическим интерфейсом даже инженерам, которые не сильны в программирование на стандартных текстовых языках программирования.

Потому объединяя возможности PI system и LabVIEW можно разработать программное обеспечение для обработки и моделирования

данных реальных промышленных процессов с наименьшими затратами на интеграцию и последующее внедрение. Переложив на PI System проблемы сбора и хранения данных, а также обеспечения безопасности при доступе к ним. А на LabVIEW сложную математическую обработку и моделирование процессов.

4.8.1. Механизмы интеграции с PI System

В PI System предусмотрены следующие средства программного доступа к данным:

- PI API (Application Programming Interface) - набор программ, обеспечивающий общий программный интерфейс к PI System;
- PI SDK (Software Development Kit) - набор инструментов программирования, обеспечивающих доступ к PI-серверам и связанным с ними подсистемам;
- PI ODBC (Open Database Connectivity) - представляет PI System как реляционную базу данных. Он определяет доступ к ее содержимому в стандартном формате и позволяет принимать и выполнять команды SQL;
- PI OLEDB - позволяет PI System принимать запросы аналогично реляционным базам данных.

Рассмотрим PI-SDK более подробно. PI-SDK (PI Software Development Kit) – пакет средств разработки программного обеспечения PI. Представляет собой инструмент создания программ доступа к PI-серверам. PI-SDK основан на Microsoft's Component Object Model (Компонентная объектная модель – COM). PI-SDK обеспечивает объектно-ориентированный подход к программному взаимодействию с PI-системами. Предоставляет пользователю иерархическую модель объектов и их коллекций (см. Рисунок 46), которые соответствуют компонентам PI-серверов. Библиотеки доступны для разработки приложений для 64 битных и для 32 битных систем. А также

позволяет вызывать библиотеки из языков класса Microsoft.Net. PI-SDK предоставляет доступ к следующему основным конфигурационным таблицам: PIPoints (БД Тегов), StateSets (Таблица дискретных состояний), PIUsers (Таблица пользователей), PIGroups (Таблица групп пользователей), PIModuleDB (Модульная БД) и другим.

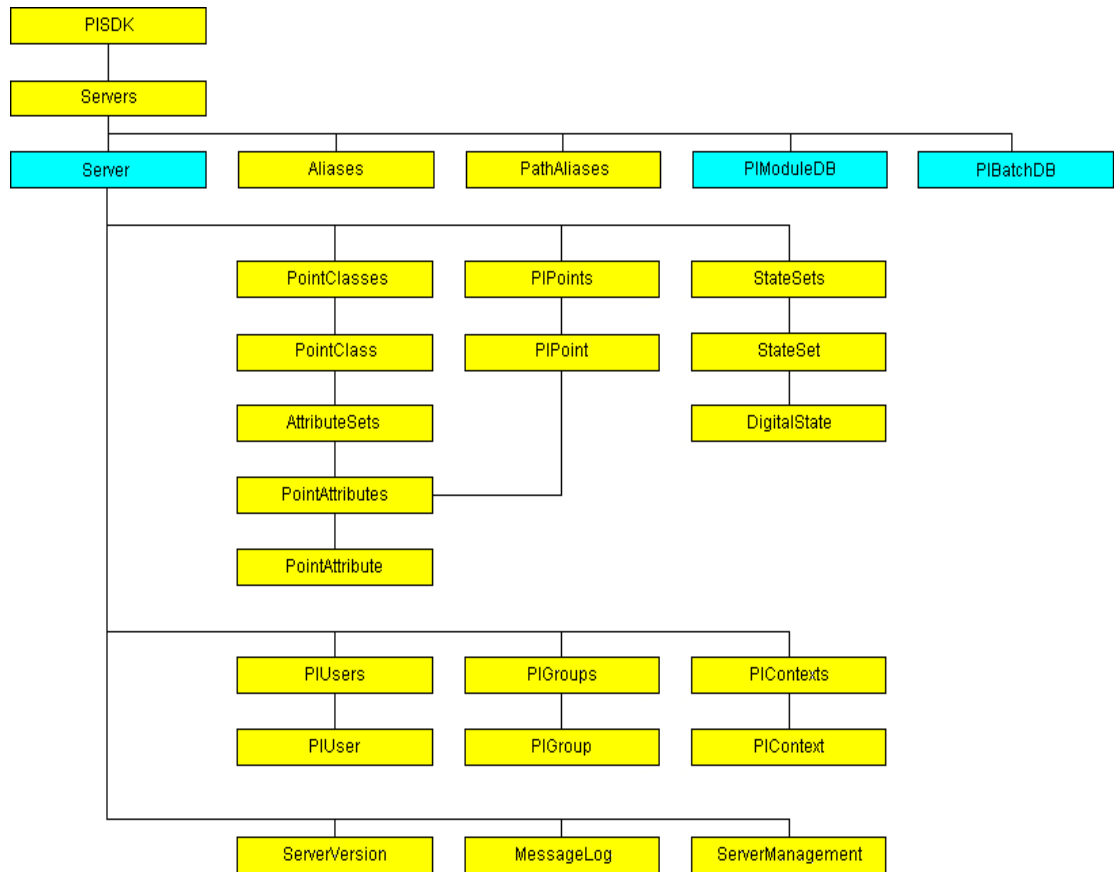
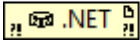
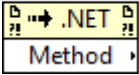
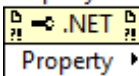







Рисунок 46. Объектная модель PI-SDK

Технология .Net также поддерживается средой LabVIEW. В таблице ниже (Таблица 12) перечислены основные функции для работы с .Net библиотеками:

Таблица 12 Основные функции LabVIEW для работы с .Net

Графическое обозначение	Название	Описание
-------------------------	----------	----------

Графическое обозначение	Название	Описание
<p>Constructor Node</p> 	<p>Constructor Node</p>	<p>Узел конструктора. Узел формирует экземпляр выбранного пользователем объекта .Net и выдает ссылку на него.</p>
<p>Invoke Node</p> 	<p>Invoke Node</p>	<p>Узел метода. Вызывает метод класса переданного по ссылке.</p>
<p>Property Node</p> 	<p>Property Node</p>	<p>Узел свойства. Читает или записывает свойство по ссылке, переданной на его вход.</p>
<p>To More Generic Class</p> 	<p>To More Generic Class</p>	<p>К более общему классу. Формирует ссылку к более общему классу в иерархии наследования.</p>
<p>To More Specific Class</p> 	<p>To More Specific Class</p>	<p>К более определенному классу. Формирует ссылку к более определенному классу в иерархии наследования.</p>
<p>.NET Object To Variant.vi</p> 	<p>.NET Object to Variant</p>	<p>Преобразование типа данных из .Net в тип Variant (один из типов данных LabVIEW, в который (из которого) могут преобразовываться любые другие типы LabVIEW).</p>
<p>To .NET Object.vi</p> 	<p>To .NET Object</p>	<p>Преобразование типа данных из Variant в тип .Net.</p>
<p>Close Reference</p> 	<p>Close Reference</p>	<p>Закрывает ссылку. Закрывает ссылку на экземпляр объекта.</p>

Таким образом, используя технологию .Net в LabVIEW можно соединиться с PI-серверами, читать и записывать данные в теги и многое другое.

4.8.1.1. Получение данных из тега PI-сервера в LabVIEW

На рисунке ниже (Рисунок 47) показана блок диаграмма основного прибора для считывания данных. Для того чтобы получить данные из тега, необходимо выполнить две основные операции:

1. Открыть соединение с PI-сервером;
2. Считать данные из нужного тега.

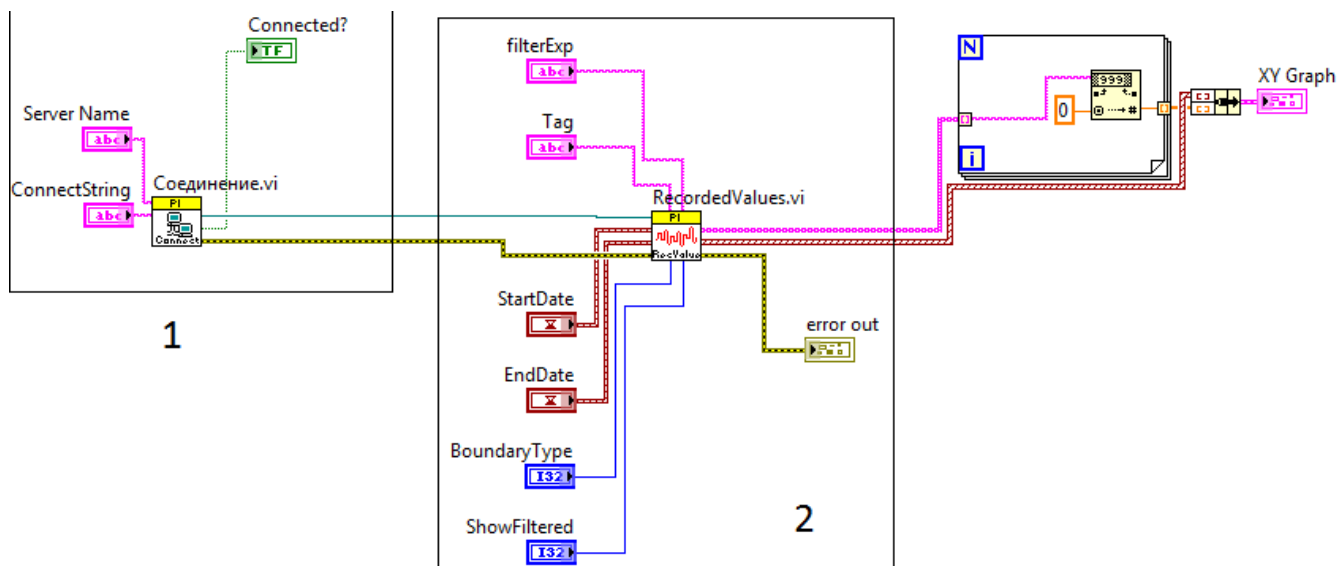


Рисунок 47. Блок диаграмма основного прибора

Рассмотрим каждую из этих операций более подробно.

Открытие соединения с PI-сервером. Для того чтобы открыть соединение с сервером PI надо вызвать метод Open объекта Server коллекции Servers. На рисунке ниже (Рисунок 48) представлена блок диаграмма ВП “Соединение.vi”, а в таблице дано (Таблица 13) описание элементов управления и индикаторов на блок диаграмме. Алгоритм работы ВП следующий: по имени сервера получается ссылка на него. Затем вызывается метод Open и указывается строка для подключения. С помощью свойства Connected проверяется удачность соединения.

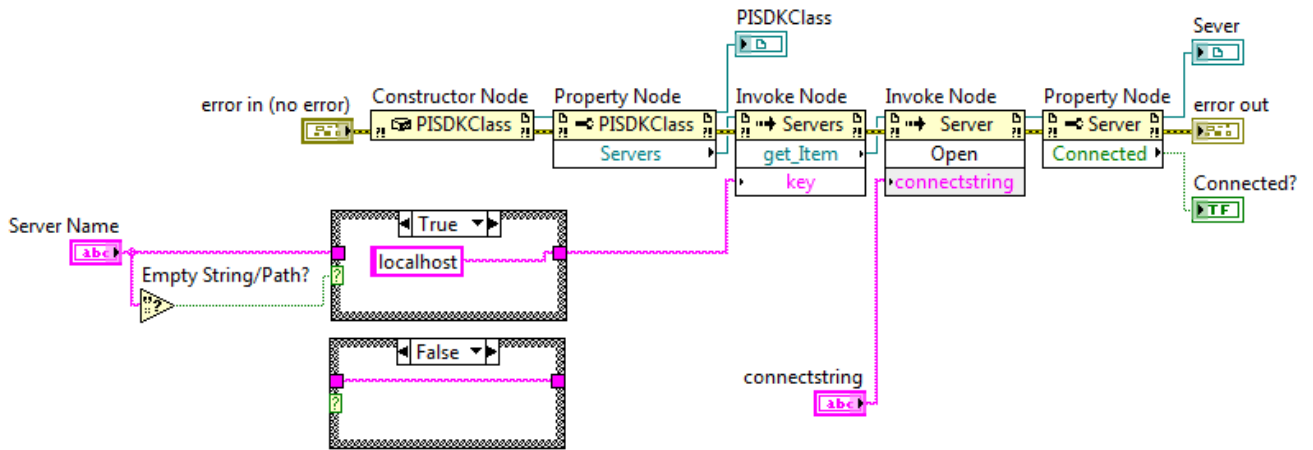









Рисунок 48. Блок диаграмма ВП “Соединение.vi”

Таблица 13. Элементы блок диаграммы ВП “Соединение.vi”

Графическое обозначение	Подпись	Описание
	error in (no error)	Ошибка с предыдущего ВП
	connectstring	Строка подключения. Строка подключения содержит параметры для требуемого соединения. Формат строки: " логин/пароль". Пустая строка (“”) может использоваться, для соединения с параметрами по умолчанию из Известной Таблицы Серверов (Known Servers Table) или используя механизм Trust.
	Server Name	Имя сервера
	Connected?	Соединение установлено?
	error out	Ошибка на выходе ВП
	Server	Ссылка на объект Server
	PISDKClass	Ссылка на класс PISDK

Чтение данных тега. Существует довольно много методов чтения данных из сервера PI. Но мы рассмотрим только один – RecordedValues. Данный метод возвращает архивные значения за указанный в запросе промежуток времени. Он присущ объекту PIData, который в свою очередь ассоциируется с объектом PIPoint. На рисунке ниже (Рисунок 49)

представлена блок диаграмма ВП “RecordedValues.vi”, а в таблице дано (Таблица 14) описание элементов управления и индикаторов на блок диаграмме.

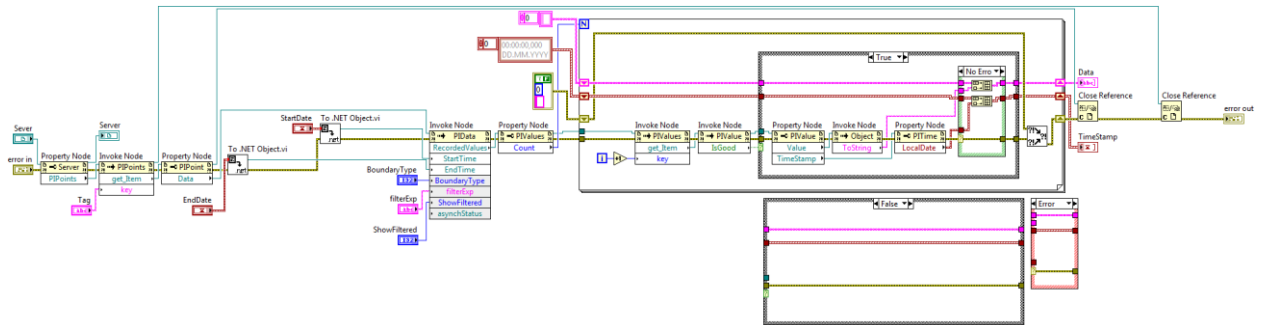










Рисунок 49. Блок диаграмма ВП “RecordedValues.vi”

Таблица 14. Элементы блок диаграммы ВП “RecordedValues.vi”

Графическое обозначение	Подпись	Описание
	StartDate	Начало промежутка времени, за который нужны данные
	EndDate	Конец промежутка времени, за который нужны данные
	BoundaryType	Определяет, как времена и значения возвращенных конечных точек определены. Возможны следующие варианты: 1) Inside (первое и последнее значение лежат внутри диапазона времени) 2) Outside (первое и последнее значения являются ближайшими точками лежащими вне диапазона времени) 3) Interp (крайние точки диапазона получаются путем интерполирования значений). 4) Auto (сервер сам выбирает какой вариант 1-3 использовать).
	ShowFiltered	Параметр, который управляет, возвращать ли фильтруемые значения или не показывать вообще. Является необязательным

Графическое обозначение	Подпись	Описание
		параметром.
	filterExp	Строка, содержащая выражение для фильтрации значений. Является не обязательным параметром
	Tag	Названия тега
	error in	Ошибка с предыдущего ВП
	Server	Ссылка на объект Server из ВП "Соединение.vi"
	Data	Считанные значения тега (в строковом формате)
	TimeStamp	Временные метки значений тега
	error out	Ошибка на выходе ВП
	Server	Ссылка на объект Server (для использования в последующих ВП)

Алгоритм работы ВП следующий:

1. По имени тега получается ссылка на него;
2. Временные метки начала и конца интервала преобразуются в .Net формат;
3. Считываются данные тега;
4. В цикле происходит проверка считанных значений на правильность значений. Так как PI-сервер может помимо значений точек хранить и их статус (например, если не удалось получить значение или оно не правильного формата);
5. Если значение проходит проверку из пункта 4, то оно добавляется в массив результирующих значений. В противном случае пропускается;
6. Закрываются все ненужные ссылки.

Показанный выше пример чтения данных из тега позволяет сделать выводы о том, что использование LabVIEW дает ряд преимуществ при разработке прототипа системы:

- Простота и наглядность программного кода, позволяет в последующем легко интерпретировать его на другие языки программирования.
- Снижается время разработки вычислительных алгоритмов, за счет использования стандартных математических библиотек.

4.8.2. Структура системы моделирования

На основе разработанных алгоритмов и принципов создан комплекс программного обеспечения (ПО) для расчета показателей качества продукции в темпе с технологическим процессом. Комплекс основан на клиент-серверной архитектуре и состоит из пяти функциональных подсистем (см. Рисунок 50):

1. PI сервер - сбор и хранение технологических параметров и данных по качеству нефтепродуктов.
2. АРМ Конфигурирования - автоматизированное рабочее место для разработки и тестирования модели.
3. Сервер моделирования- on-line вычисления параметров качества, на основе технологических и лабораторных данных. Сбор необходимых данных из PI сервера. Перерасчет модели. Выдача результатов в PI сервер.
4. АРМ Администратора - управление сервером моделирования. Запуск и остановка расчетов. Отслеживание ошибок.
5. АРМ Пользователя - подсистема отображения информации. Визуализация данных выполняется в виде таблиц, графиков и гистограмм.

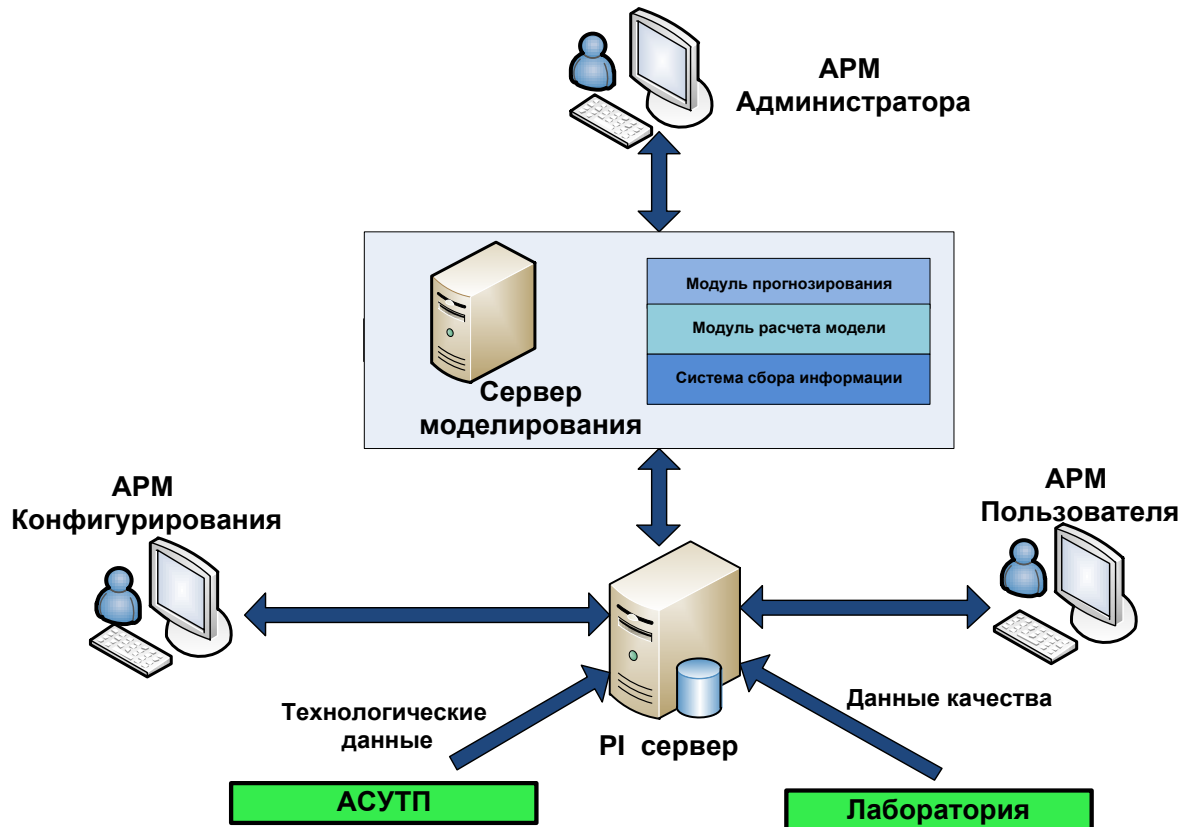


Рисунок 50. Структура системы моделирования

4.8.2.1. АРМ Конфигурирования

«АРМ Конфигурирования» - автоматизированное рабочее место для разработки и тестирования модели. Он состоит из следующих модулей:

- Основной модуль
- Модуль создания или редактирования модели
- Модуль расчета модели
- База данных моделей

Структура взаимодействия модулей представлена на рисунке ниже (Рисунок 51).

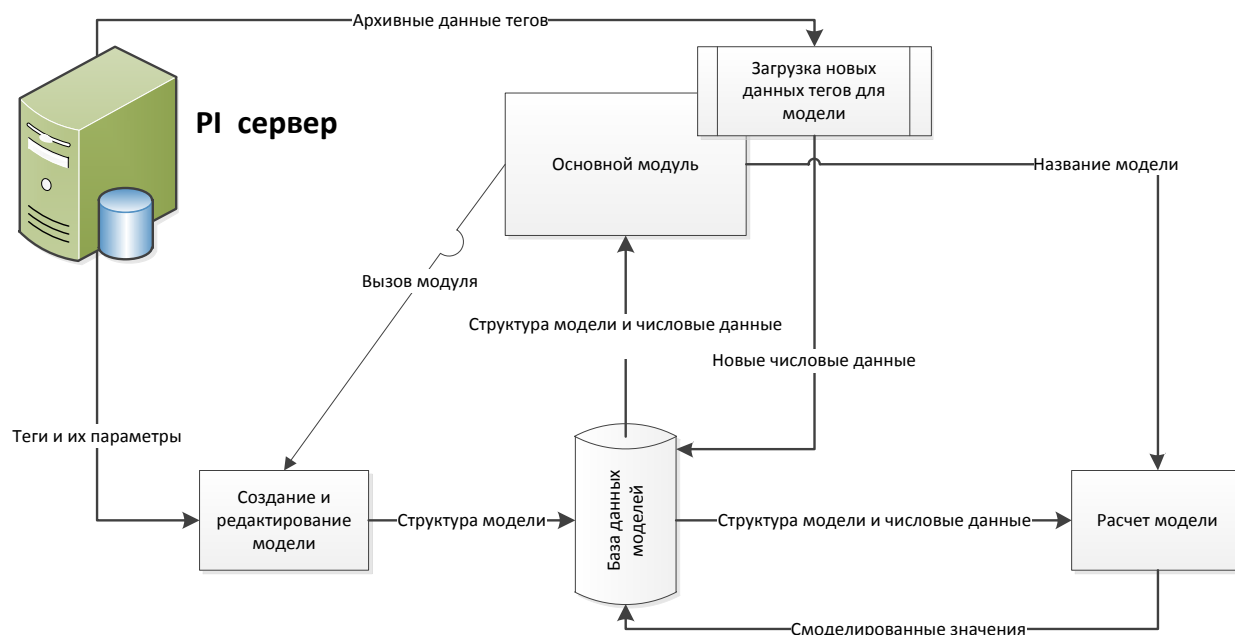


Рисунок 51. Структура взаимодействия модулей "АРМ Конфигурирования"

Основной модуль. Модуль является корневым и предоставляет доступ ко всем остальным модулям АРМа. Основная функция этого модуля - организация взаимодействия между модулями и отображение результатов моделирования и исходной информации на графиках, таблицах и диаграммах. Можно выделить четыре графические области (см. Рисунок 52):

1. Панель приборов. Предназначена для выполнения основных действий таких как открытие модели, загрузка данных для модели из базы, чтение новых данных из PI, открытие модуля редактирования модели или запуска модуля расчета модели.
2. Графическое отображение данных. Позволяет отображать один или несколько выбранных сигналов в виде трендов или диаграмм распределения.
3. Структура текущей модели. Отображает структуру выбранной модели в виде древовидной структуры.

4. Свойства и данные выбранного сигнала. Отображает свойства выбранного сигнала, такие как описание, единицы измерения, минимальное и максимальное значение шкалы датчика, минимальное и максимальное загруженное значение, длину истории.

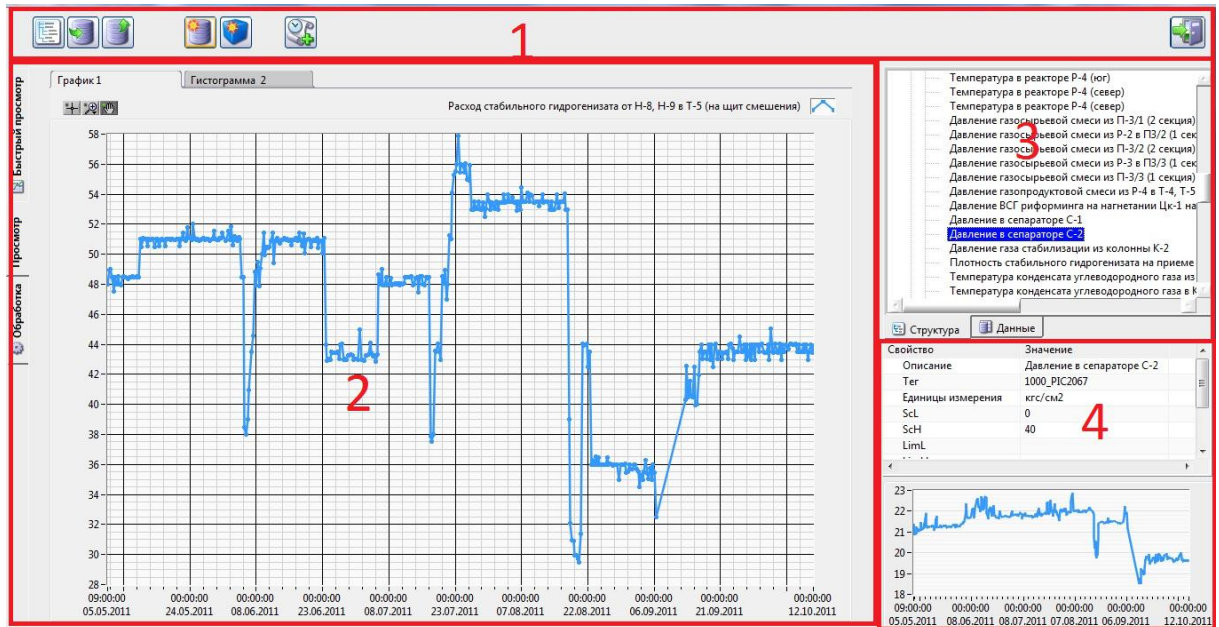


Рисунок 52. "АРМ Конфигурирования". Основной модуль

Модуль создания или редактирования модели. Модуль предназначен для создания и редактирования структуры модели (см. Рисунок 53). Структура модели является древовидной. Она может быть создана сразу для нескольких установок (секций) (см. Рисунок 54). Предусмотрена так же возможность создания групп одновременно измеряемых показателей качества. Что позволяет рассчитывать их одновременно за один цикл.

Параметр		Значение
Стабильный катализат		Секция
Режим		Режим
Прогноз		Прогноз
Стаб. кат		Продукт
Температура кипения		Группа анализов
Т конца кипения		Анализ качества
Тег		1000_Kop_Kip
Единицы измерения		C
LimL		
LimH		
ScL		0
ScH		250
Тег вывода		1000_Kop_Kip_PRED
Т начала кипения		Анализ качества
Тег		1000_Nah_Kip
Единицы измерения		C
LimL		
LimH		
ScL		0
ScH		100
Тег вывода		1000_Nah_Kip_PRED
Октановое число		Группа анализов
Октановое число по моторному методу		Анализ качества
Тег		1000_Okt_hislo
Единицы измерения		нет
LimL		
LimH		
ScL		0
ScH		100
Тег вывода		1000_Okt_hislo_PRED

Рисунок 53. "АРМ Конфигурирования". Модуль создания и редактирования модели

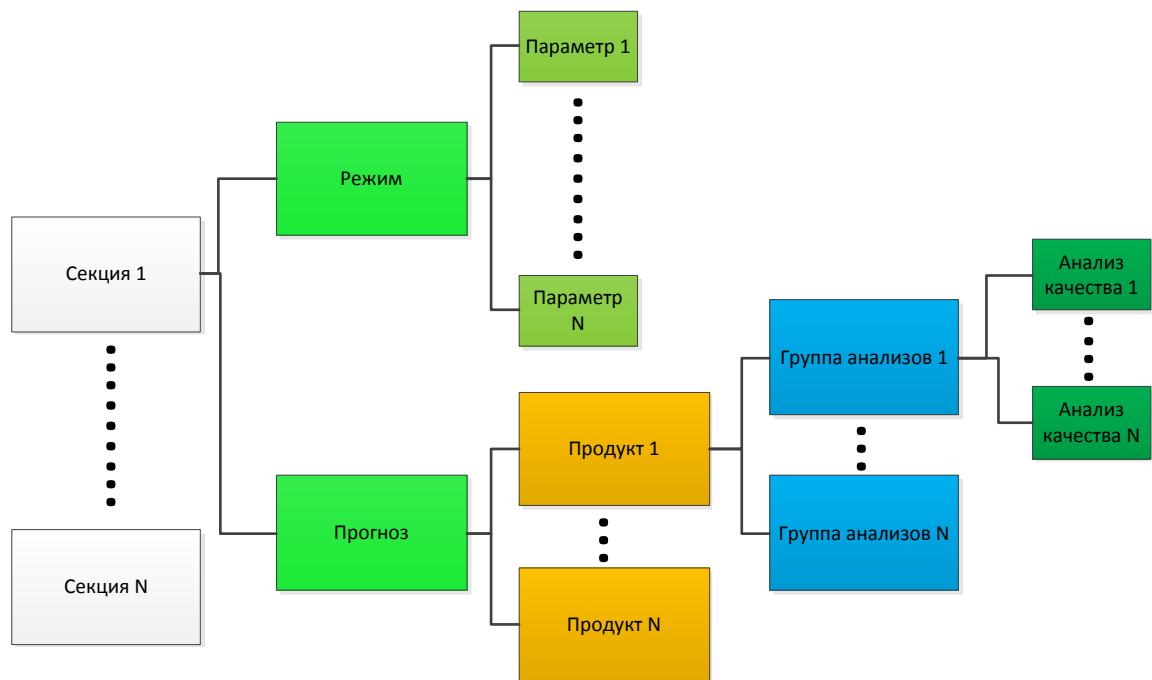


Рисунок 54. Структура модели

Модуль расчета модели. Данный модуль предназначен для расчета модели по одному из методов, описанных в главах 2 или 3. Имеющиеся данные по режимам и анализам качества разбиваются в указанном

пользователем соотношении на две выборки обучающей и тестовой. Затем происходит построение модели согласно.

База данных [82] моделей предназначена для локального хранения ранее разработанных пользователем моделей. Она содержит в себе все необходимые данные (структуру модели, свойства тегов, числовые значения тегов) для работы с уже разработанными моделями без доступа к PI серверу. Это позволяет избежать многократного обращения к PI серверу и дает возможность отлаживать модель, не находясь на объекте. Структура базы представлена на рисунке ниже (Рисунок 55).

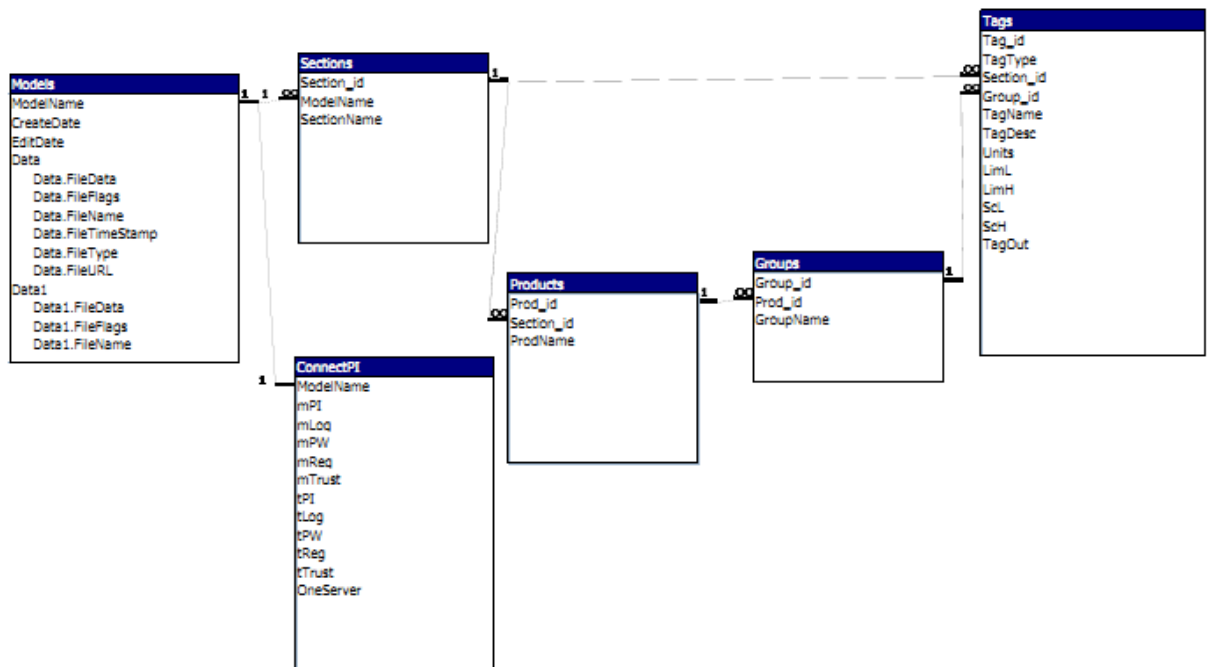


Рисунок 55. "АРМ Конфигурирования". База данных моделей

4.8.2.2. Сервер моделирования

Сервер моделирования представляет собой службу Windows, которая производит сбор исходных данных и on-line вычисления параметров качества с настраиваемой частотой (примерно раз 1-15 минут) по алгоритмам, описанным во 2 и 3 главе. После вычисления параметры записываются в соответствующие теги PI сервера. Служба так же производит перерасчет

модели при приходе новых лабораторных данных (2-3 раза в сутки). Каждая служба может рассчитывать несколько моделей. Расчет каждой модели запускается в параллельном процессе. Для запуска расчета необходимо указать файл структуры модели, сформированный в АРМ Конфигурирования. Выполнение процессов полностью диагностировано, при ошибках выдаются текстовые сообщения, которые в реальном времени архивируются. Управление всеми процессами доступно из АРМа Администратора.

4.8.2.3. АРМ Администратора

АРМ Администратора предназначен для управления сервером моделирования. Он позволяет создавать новый процесс расчета модели на основе файла структуры, который формируется в АРМ Конфигурирования. Так же позволяет запускать или останавливать текущие расчеты. При этом ведется логирование всех действий администратора, а также отображение всех сообщений сервера моделирования.

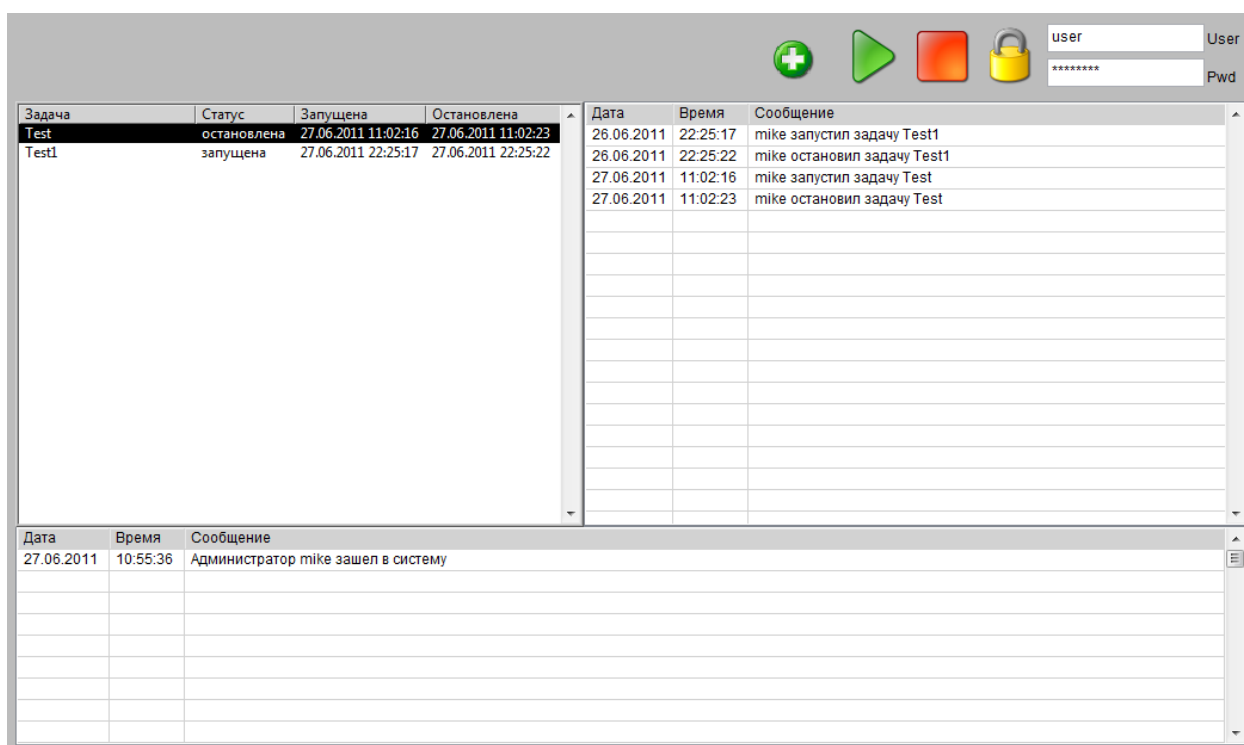


Рисунок 56. АРМ Администратора

4.8.2.4. АРМ Пользователя

АРМ пользователя представляет собой подсистему визуализации данных для операторов.

Визуализация данных может выполняться средствами PI-ProcessBook. Визуализация данных выполняется в виде таблиц, графиков, гистограмм и мнемосхем по вызову на панелях нескольких заранее определенных типов.

При вызове панелей пользователь выбирает из предоставляемых списков название установки (если их несколько) и название аппарата, названия продукта и показателя его качества, а также указывает начало и конец периода времени, за который будут выводиться данные. При этом по умолчанию данные выводятся за последние 8 часов работы.

На некоторые панели одновременно с графиками выводятся числовые показатели, характеризующие точность прогнозов.

Вывод графиков осуществляется в естественных единицах измерения. Масштабирование при выводе выполняется на постоянный для каждого показателя качества интервал, соответствующий трем дисперсиям значений параметра по всей выборке, вне зависимости от диапазона изменения его выводимых значений. Отсчет значений ведется от среднего значения параметра по выборке.

Ниже приводятся требования к формам вывода данных для каждой из прикладных задач.

Контроль текущих значений основных показателей качества. Основные контролируемые показатели качества представляются в виде совокупности кадров на конфигурируемой панели. На каждом кадре выводится график прогнозов показателя качества и поступавшие за это время анализы, а также границы допустимого изменения качества.

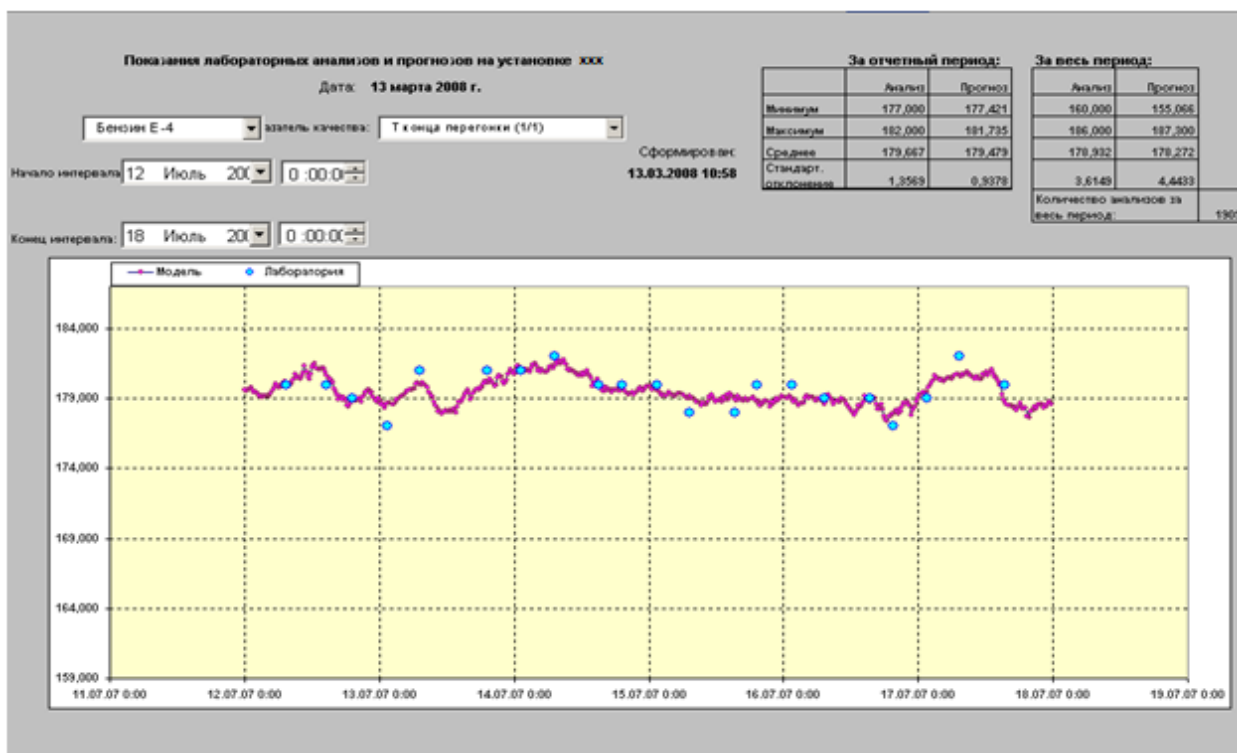


Рисунок 57. Шаблон экранной формы "Контроль текущих значений основных показателей качества"

Контроль текущих значений основных параметров режима.

Основные показатели режима представляются аналогичным образом. На каждом кадре представлены графики значений переменных и регламентные границы.

Контроль точности моделей качества сырья и продуктов. Для осуществления контроля точности моделей на панель представляется график - анализы и прогнозов по моделям, рассчитанные в моменты времени отбора проб на анализ. На панель выводится также таблица со значениями среднеквадратичных отклонений и коэффициентов корреляций для указанных пар значений по всей выборке, а для пар анализ - прогноз и по выведенным за выбранный период данным.

Для пар значений анализ – прогноз пользователь может выбрать построение гистограммы распределения отклонений одновременно по всей выборке и по выведенным данным.

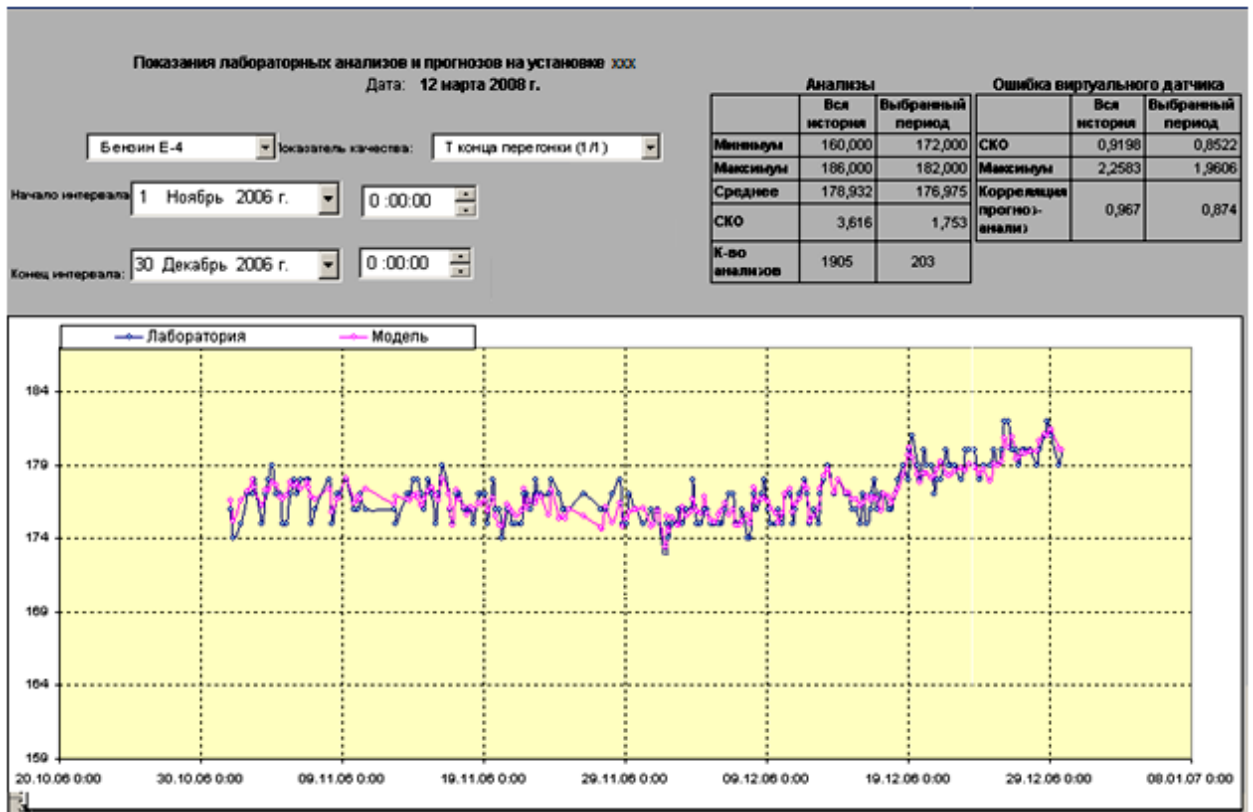


Рисунок 58. Шаблон экранной формы "Контроль точности моделей качества сырья и продуктов"

4.9. Методика построения модели и контроля качества продукта для технологического процесса каталитического риформинга бензина

Решение практических задач автоматизации сложных нефтехимических технологических процессов (ТП) требует разработки методики моделирования. Представленная методика была успешно апробирована при моделировании ТП каталитического риформинга бензина. Технология процесса каталитического риформинга подробно рассмотрена во второй главе работы. Можно выделить четыре этапа в построении модели (см. Рисунок 59).

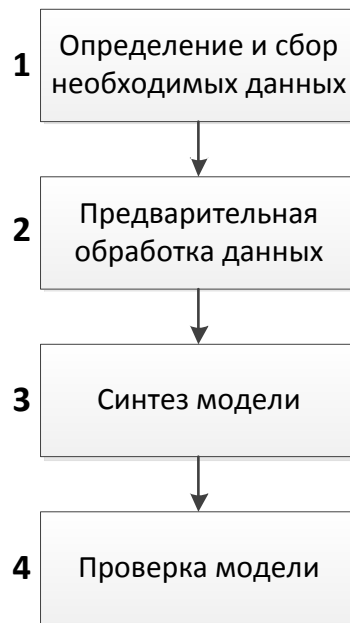


Рисунок 59. Этапы построения модели

Рассмотрим каждый из этих этапов более подробно.

Определение и сбор необходимых данных. Модель системы строится в терминах соотношения между входными и выходными переменными (см. п. 2.4.2). Необходимая информация может быть получена либо в результате проведения экспериментов с реальной системой, что зачастую сопряжено с определенными трудностями или вообще невозможно в виду непрерывности ТП переработки нефти, либо в результате наблюдений за реальной системой.

На первом этапе необходимо определиться с теми данными, которые необходимы для построения модели. Так для модели прогнозирования качества каталитического риформинга необходимы две группы данных:

- Данные по качеству стабильного катализата;
- Данные технологического режима.

Если с первой группой данных все понятно, то со второй группой встает проблема отбора необходимых показателей из множества имеющихся. Для решения этой проблемы необходимо обратиться к регламенту технологического процесса и опытным технологам для выявления наиболее важных факторов влияющих на процесс. В первую очередь к ним относятся

температуры, давления и расходы на входах и выходах и так же внутри аппаратов технологической схемы.

После того как выделены основные переменные технологического процесса, встает проблема сбора данных по ним. Как отмечалось в п. 4.2, в общем случае сбор данных может стать отдельной не тривиальной проблемой из-за разнородности различных систем АСУТП. Выходом из данной ситуации может быть построение системы моделирования на базе единой информационной системы предприятия, например, такой как PI System (см. п. 4.3). Это позволит не только упростить сбор и хранение технологической информации, но и объединить другие системы завода, в единое информационное пространство. Благодаря широкому распространению PI System на НПЗ, такой подход может быть с легкостью применен на заводах таких фирм, как ТНК-ВР, Лукойл, Сибур, Роснефть и др. Наличие большого количества инструментов программного взаимодействия с PI System (см. п. 4.8.1) позволяют разрабатывать свое ПО для моделирования или использовать встроенные вычислительные средства (PI-ACE) для построения модели ТП.

Предварительная обработка данных. Собранные в результате данные, как правило, необходимо обработать: отредактировать пропуски и аномальные выбросы, устранить противоречия и т. д. Для подготовки данных по массиву значений каждого технологического параметра выполняются следующие действия:

- Контроль отказа датчика по постоянству значений (“замерзание” показаний);
- Оценка стабильности показаний датчика по максимально допустимым приращениям соседних значений;
- Фильтрация импульсных помех, оценка стабильности показаний, проверка по границам, расчет среднего значения.

Критерием “замерзания” показаний является постоянство их значений на установленном периоде времени. Если равны подряд идущие показания, делается вывод о “замерзании” показаний.

Если “замерзаний” не обнаружено, рассчитываются приращения соседних показаний.

Критерием нестабильности показаний датчика является превышение рассчитанными приращениями допустимой величины приращения на одном шаге, установленной для каждого датчика. Критерием импульсной помехи является наличие недопустимых приращений разных знаков у текущего и предыдущего показаний. При этом текущее показание отсеивается.

Оставшиеся показания проверяются по границам, значения, удовлетворяющие границам, усредняются. В результате получается отфильтрованное текущее значение параметра.

Полученные текущие значения используются далее при построении моделей.

Синтез модели. Структурный синтез нейросетевой заключается в выборе топологии сети, количество слоев, нейронов в слое, связи между нейронами, функции состояния и функцию активации конкретного нейрона. Метод обучения сети — это, по сути, параметрическая идентификация, при этом в ходе обучения изменяются веса, могут обнуляться некоторые межнейронные связи, что находит отражение в структуре модели. В Главе 3 работы предложен метод построения модели на основе самоорганизующиеся карты Кохонена (СОК). Данная структура позволяет проводить автоматическую кластеризацию исходной выборки данных, разбивая ее на группы схожих данных. Применяя затем метод факторного анализа, подробно описанного в Главе 2, для точек одного кластера, мы получаем алгоритм, который в любой выбранный для анализа момент времени каждый раз создает новую модель (вместо аппроксимации реального процесса во времени).

Проверка модели. Прежде всего, следует оценить адекватность и точность модели. Процедура оценки основана на сравнении измерений на реальной системе и результатов экспериментов на модели и может проводиться различными способами. Как отмечалось в п. 2.6.3 для оценки точности модели предлагается использовать следующие критерии:

Оценка степени взаимосвязи прогнозируемых и измеряемых значений показателей качества выполняется на основе рассчитываемых значений среднеквадратичного отклонения прогнозов от анализов и коэффициента корреляции между ними. Среднеквадратичные отклонения анализ-прогноз должны удовлетворять требованиям ГОСТов на воспроизводимость соответствующих анализов по каждому продукту.

Среднеквадратическое отклонение (СКО)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4.1)$$

где x_i это значение, полученное по модели, а y_i значение лабораторного анализа.

Коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4.2)$$

- Критерием оценки пригодности модели для целей контроля или управления является доля абсолютных отклонений прогнозов от анализов, превышающих критический порог.

Контроль качества продукции. Контроль качества нефтепродуктов, получаемых на установках большинства НПЗ, осуществляется по анализам

качества проб, отбираемых раз в вахту или в сутки. Ввод результатов анализов осуществляется вручную в Лабораторную Информационную Систему (ЛИС), после чего они становятся доступны службам завода. На основании этих данных операторы-технологи корректирует режим технологического процесса, добиваясь, чтобы качество нефтепродуктов лежало в заданных ограничениях при условии обеспечения выполнения плана отбора продуктов.

Руководство заводских служб осуществляет контроль над качеством продукции также на основании данных лабораторных анализов, в силу чего контроль имеет эпизодический характер.

Недостатки существующего процесса контроля качества:

- Операторы-технологи, управляющие технологическим процессом на установках, получая значения лабораторных анализов раз в вахту или реже, с запаздыванием от времени отбора пробы в два-три часа, не имеют возможности оперативно отслеживать изменения показателей качества, обусловленных колебаниями качества сырья, погодных условий, и пр. Кроме этого, параметры качества продуктов формируются под влиянием большого числа режимных переменных, поэтому оператору достаточно трудно проанализировать причину их изменения и принять технологически обоснованное решение. Для уменьшения нарушений по качеству продуктов в указанных условиях операторы вынуждены вести процесс с большим запасом по качеству.
- Согласно статистике, лабораторные анализы в ряде случаев, делаются со значительной погрешностью, а при ручном вводе значений параметров качества в систему сбора и хранения данных могут быть допущены ошибки ввода данных.

- Руководство заводских служб не может осуществлять контроль качества выпускаемой продукции в режиме реального времени. Трудно оценить момент начала и конца нарушения ограничений на качество, если оно имело место в промежутке между двумя анализами.

Расчеты показателей качества по полученным моделям позволяют производить фильтрацию лабораторных анализов и отсеивать те из них, которые были выполнены со значительной погрешностью, или были введены в ЛИС с ошибками.

Операторы установок получают возможность проанализировать причины изменения качества за заданный промежуток времени и в соответствии с этим оперативно предпринимать соответствующие действия по компенсации возмущений.

Руководство завода получает возможность оперативно отслеживать изменения в качестве отбираемых нефтепродуктов, контролировать величину и продолжительность нарушений, если они имели место.

Модель процесса контроля качества приведена ниже (см. Приложение № 2. Модель процесса контроля качества).

Данная методика не позволяет создать полностью автоматический алгоритм построения модели сложного нефтехимического ТП на всех вышеописанных этапах, но применение предложенных алгоритмов обработки и анализа данных позволяет облегчить процедуру синтеза. Чему доказательством успешная апробация методики при решении ряда практических задач моделирования ТП. Предлагаемый автоматизированный процесс контроля качества позволяет в режиме реального времени с дискретностью не более 15 минут на основе данных по технологическим режимам установок рассчитывать показатели качества отбираемых нефтепродуктов и предоставлять их операторам – технологам для управления процессами и руководителям технологических служб завода для контроля.

Основные результаты

1. Разработан и реализован модифицированный алгоритм построения нелинейной модели на основе самоорганизующихся карт Кохонена и факторных преобразований;
2. Предложена методика построения системы контроля и прогнозирования качества продукта для технологического процесса каталитического риформинга бензина;
3. Предложены и реализованы программно-алгоритмические решения, обеспечивающие совместимость и интеграцию различных SCADA систем, LIMS, PI System и графической среды программирования LabVIEW;
4. Предложен метод синтеза специального математического обеспечения и пакета прикладных программ для прогнозирования качества нефтепродуктов на базе среды графического программирования LabVIEW;
5. Предложены методы эффективной организации и ведения информационного и программного обеспечения АСОУП на базе единого информационного пространства предприятия;
6. На основе современных средств и методов промышленной технологии создания АСУП на нефтеперерабатывающем заводе разработана и внедрена АСОУП;
7. Создана информационная подсистема контроля показателей качества продукции нефтеперерабатывающего завода. Разработаны формы представления информации для операторов. Сформулированы основные функции, которыми должен обладать АРМ оператора. Разработаны основные процессы работы с моделью;
8. Разработанные алгоритмы и программное обеспечение используются в системе мониторинга показателей качества, в качестве оперативных инструментальных измерений. Их эффективность подтверждается

результатами опытно-промышленной эксплуатации. Методы и алгоритмы, предложенные в работе, используются в ряде проектов на предприятиях: ОАО «СИБУР-Нефтехим», ЗАО «Тольятисинтез». Разработанное программное обеспечение принято Заказчиком и рекомендовано к внедрению на ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания».

Список литературы

1. Anil K. Jain, Jianchang Mao, K.M. Mohiuddin Artificial Neural Networks: A Tutorial // Computer, Vol.29, No.3, March 1996, pp. 31-44.
2. Asawachatroj A., Banjerdpongchai D. Analysis of Advanced Process Control Technology and Economical Assesment Improvement // Engineering Journal Volume 16, Issue 4, 1 July 2012, pp. 1-4.
3. Aspen Hysys The Optimizer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docstoc.com/docs/56442272/Aspen-Hysys-The-Optimizer>. Дата обращения: 05.10.2013.
4. Aspen HYSYS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aspentech.com/hysys/>. Дата обращения: 25.02.2014.
5. Aspen Simulation Workbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aspentech.com/uploadedFiles/Company/aspen_simulation_workbook.pdf. Дата обращения: 25.02.2014.
6. AspenONE APC Family [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aspentech.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=6442451701>. Дата обращения: 25.02.2014.
7. Connoisseur [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iom.invensys.com/RU/Pages/SimSci-Esscor_Connoisseur.aspx. Дата обращения: 25.02.2014.
8. DeltaV Fuzzy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [/http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/ProductDataSheets/PDS_DeltaV_Fuzzy.pdf](http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/ProductDataSheets/PDS_DeltaV_Fuzzy.pdf). Дата обращения: 25.02.2014.
9. DeltaV Neural [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/ProductDataSheets/PDS_DeltaV_Neural.pdf. Дата обращения: 25.02.2014.
10. DeltaV Predict and DeltaV PredictPro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/ProductDataSheets/PDS_DeltaV_Predict.pdf. Дата обращения: 25.02.2014.
11. Deshpande P.B. and L.H. Chen. Real-Time Simulation and Advanced Process Control: Present Status and Future Trends // Proc. 19 Annual Control Conference Purdue Univ. W. Lafayette (IN), 1993. pp. 1 - 23.

12. Dr. James R. Ford, P.E. APC: A Status Report (The Patient Is Still Breathing!), White Paper, Maverick Technologies.
13. DynSim [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iom.invensys.com/EN/Pages/SimSci-Esscor_DynSimSuite_DYNSIM.aspx. Дата обращения: 25.02.2014.
14. Esa Alhoniemi, Jaakko Hollmén, Olli Simula, and Juha Vesanto. Process Monitoring and Modeling Using the Self-Organizing Map // Integrated Computer-Aided Engineering, 1999, 6(1), pp. 3-14.
15. Esa Alhoniemi, Olli Simula, and Juha Vesanto. Monitoring and Modeling of Complex Processes Using the Self-Organizing Map. In Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing 1996 (ICONIP '96), volume 2, pages 1169-1174, Hong Kong, September 1996.
16. Esa Alhoniemi. Analysis of pulping data using the self-organizing map // Tappi Journal, 2000, Vol. 83, №7. p.66
17. Exaqre [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yokogawa.com/sbs/APC/Exaqre/sbs-Exaqre-outline01.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
18. Exasmoc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yokogawa.com/sbs/APC/Exasmoc/sbs-Exasmoc-outline01.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
19. George S. Birchfield. Advanced Process Control, Optimization and Information Technology in the Hydrocarbon Processing Industries -The Past, Present and Future, Birchfield Consulting, LLC FOREWORD
20. Hsu C.S., Robinson P.R (eds). Practical Advances in Petroleum Processing. New York City: Springer, 2006.
21. Hysys Dynamics Process Control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aspentech.com/brochures/aspens_hysys_dynamics_process_control.pdf. Дата обращения: 25.02.2014
22. HYSYS Petroleum Refining [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aspentech.com/products/aspens-refsys.aspx>. Дата обращения: 25.02.2014.
23. Jaakko Hollmen Process Modeling Using the Self-Organizing Map, Master thesis, Helsinki University of Technology, 1996.
24. Jonathon Shlens. A Tutorial on Principal Component Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sn1.salk.edu/~shlens/pca.pdf>. Дата обращения: 25.02.2014.

25. Jong-Min Leea, Chang Kyoo Yoob, Sang Wook Choia, Peter A. Vanrolleghemb, In-Beum Leea. Nonlinear process monitoring using kernel principal component analysis // *Chemical Engineering Science*, 2004, 59, pp. 223–234.
26. Juan J. Fuertes, Manuel Dominguez, Perfecto Reguera, Miguel A. Prada, Ignacio Diaz, Abel A. Cuadrado Visual dynamic model based on self-organizing maps for supervision and fault detection in industrial processes // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2010, 23, pp. 8–17.
27. Juha Vesanto Using SOM in Data Mining, Licentiate thesis, Helsinki University of Technology, 2000.
28. Kohonen, T.: *Self-Organizing Maps*; 3rd edition, Springer, 2001
29. Kohonen T., E. Oja, Simula O., Visa A., Kangas J. Engineering applications of the self-organizing map // *Proceedings of the IEEE*, Vol. 84, №10, pp. 1358–1384.
30. Lawrence R.D., Almasi G.S., Rushmeier H.E. A Scalable Parallel Algorithm for Self-Organizing Maps with Applications to Sparse Data Mining Problems // *Data Mining and Knowledge Discovery* 3, 1999, pp. 171–195.
31. M. Bauer, I.K. Craig. Economic assessment of advanced process control – A survey and framework // *Journal of Process Control*, 2008, 18, 2–18.
32. Myke King. *Advanced Control: The Next Challenge* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://whitehouse-consulting.com/Advanced%20control%20-%20the%20next%20challenge.pdf>. Дата обращения: 25.02.2014.
33. Nunzio Bonavita. *A step by step approach to advanced process control* [Электронный ресурс] / Nunzio Bonavita, Riccardo Martini, Tullio Grosso. – Режим доступа: [http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/f3a66d8453bcaae985256f9b0055f932/\\$File/AStepByStepApproch_HydrocarbonProcessing.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot267.nsf/veritydisplay/f3a66d8453bcaae985256f9b0055f932/$File/AStepByStepApproch_HydrocarbonProcessing.pdf). Дата обращения: 25.02.2014.
34. Pavel Stefanovic, Olga Kurasova. Visual analysis of self-organizing maps, *Nonlinear Analysis: Modelling and Control*, 2011, Vol. 16, No. 4, pp. 488–504.
35. PRO/II Comprehensive Process Simulation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iom.invensys.com/en/pages/simsci-esscor_processsuite_proii.aspx. Дата обращения: 25.02.2014)

36. Profit Suite [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hpsregional.honeywell.com/Cultures/ru-RU/AdvancedSolutions/AdvancedProcessControl/Products/ProfitSuite/default.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
37. Rao, C. Radhakrishna (Calyampudi radhakrishna), 1920- Linear models: least squares and alternatives/C.Radhakrishna Rao, Helge Toutendurg.- [2nd ed.], p. см.-(Springer series in ststistics).
38. ROMEo Online Performance Suite[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iom.invensys.com/en/pages/simsci-esscor_romeoonlineperformancesuite.aspx. Дата обращения: 25.02.2014.
39. Samuel Facchin, Jorge O. Trierwieler, Vanessa Conz. Soft sensor design: a new approach for variable selection // 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering, 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, Costa Verde, Brasil, 2005.
40. Solomon Associates [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://solomononline.com/2011/07/solomon-associates-launches-worldwide-studies-to-help-plant-operators-improve-their-automation-and-control-systems/>. Дата обращения: 25.02.2014.
41. Tom Fiske. Improving Agility, Performance, and Profitability with MPC – A Decade of Success [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.controlglobal.com/Media/MediaManager/wp_07_007_arc_pavilion_mpc.pdf. Дата обращения: 25.02.2014.
42. Ultsch A. Clustering with SOM: U*C // In Proceedings Workshop on Self-Organizing Maps (WSOM 2005), Paris, France, (2005), pp. 75-82.
43. Ultsch A., Siemon H. P. Kohonen's Self Organizing Feature Maps for Exploratory Data Analysis // In Proceedings of International Neural Networks Conference (INNC) (1990), Kluwer, Dordrecht, pp. 305-308.
44. Zachrisson A. Fluid Power Applications Using Self - Organising Maps in Condition Monitoring, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations No .116 3 ISBN 978-91-7393-971-3, ISSN 0345-7524, 2008.
45. Автоматическое управление в химической промышленности : Учебник для вузов. Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
46. Агаев, Н.Б. Краткосрочное прогнозирование объема газопотребления с использованием искусственных нейронных сетей // Нефтегазовое дело. – 2007. – №7. – С. 66-74.

47. Ефимов, В.М. Анализ и прогноз временных рядов методом главных компонент/ В.М. Ефимов, Ю.К. Галактионов, Н.Ф. Шушпанова. – Новосибирск : Наука. Сиб. Отделение, 1988. – 71 с.
48. Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов./ С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – 2-е изд., перераб. доп. – М. : Высш. шк., 1985. – 327 с.
49. Бахтатзе, Н.Н., Виртуальные анализаторы в информационно-аналитических системах логистического цикла производства / Н.Н. Бахтатзе, Д.В. Мокров // Автоматизация в промышленности. – 2004. – №11. – С. 20-24.
50. Бахтатзе, Н.Н. Современные методы управления производственными процессами / Н.Н. Бахтатзе, В.А. Лотоцкий // Проблемы управления. – 2009. – №3.1. – С. 56-63.
51. Вапник, В. Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1979. – 448 с.
52. Глазов, Г.И., Каталитический риформинг и экстракция ароматических углеводородов (Библиотека молодого рабочего) / Г.И. Глазов, В.П. Сидорин. – М. : Химия, 1981. – 188 с.
53. ГОСТ 511-82 Топливо для двигателей. Моторный метод определения октанового числа. Введ. 01-03-1983. М. : Изд-во стандартов, 2001. – 14 с.
54. Гриневич, П. В. Новая версия ЛИС I-LDS как реакция на изменения требований // LIMS&MES: сб. статей, – 2008. – №04.
55. Диго, Г.Б. Исследование методов идентификации моделей виртуальных анализаторов показателей качества ректификационной колонны/ Н.Б. Диго, И.С. Можаровского, А.Ю. Торгашова // Всероссийская науч. конф. "Фундаментальные и прикладные вопросы механики и процессов управления", посвященная 75-летию со дня рождения академика В.П. Мясникова. 11-17 сентября 2011г., Владивосток: сб. докл. [Электронный ресурс]. - Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2011.
56. Дозорцев, В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов /В.М. Дозорцев – М. : Синтег, 2009.

57. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы: учебник / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
58. Захаров, И.С. Аналитическая модель технического диагностирования устройств телекоммуникационных сетей с предварительной кластеризацией признаков пространства / И.С. Захаров, Ю.Н. Беликов, А.Н. Збиняков, И.Ю. Лысаков, Р.Н. Шульгин // Телекоммуникации. – 2006. – №11. – С. 4-9.
59. Зиновьев, А. Ю. Визуализация многомерных данных. / А.Ю. Зиновьев. – Красноярск: Изд. Красноярского государственного технического университета, 2000. – 180 с.
60. Каширина, И.Л. Нейросетевые технологии: учебно-методическое пособие для вузов / И.Л. Каширина – Воронеж : Изд. Воронежского государственного университета, 2008.
61. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учеб. Пособие для вузов / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. – М. : Высш. шк., 1991. – 400 с.
62. Костенко, А. В. Виртуальный анализатор сырьевых потоков / А.А. Костенко, А.А. Мусаев, А.В. Тураносов // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2006. – №1. – С. 35-44.
63. Крапухина, Н.В. Методы искусственного интеллекта в задачах оперативного управления и оптимизации сложных технологических комплексов / Н.В. Крапухина, К.М. Пастухова, П.А. Свиридов // Проблемы управления. – 2003. – №3. – С. 21-24.
64. Куссуль, Н.Н. Регрессионные модели оценки урожайности сельскохозяйственных культур по данным MODIS / Н.Н. Куссуль, А.Н. Кравченко, С.В. Скакун, Т.И. Адаменко, А.Ю. Шелестов, А.В. Колотий, Ю.А. Грипич // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли и космоса. – 2012. – Т.9. – №1. – С. 95-107.
65. Леффлер Уильям Л. Переработка нефти.-2-е изд., пересмотренное / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. – 224с.: ил. – (Серия «Для профессионалов и неспециалистов»).
66. Лотоцкий, В.А. Перспективы применения виртуальных анализаторов в системах управления производством / В.А. Лотоцкий, В.М. Чадеев, Е.А. Максимов, Н.Н. Бахтадзе // Автоматизация в промышленности. – 2004. – №5. – С. 24-28.

67. Мантуров, В.Ю., Единое информационное пространство в оперативном управлении производством /В.Ю. Мантуров, С.В. Подасов, В.А. Кровяков // Химия и технология топлив и масел. – 2008. – №2. – С. 21-24.
68. Масуев, А.А. Виртуальные анализаторы: концепция построения и применения в задачах управления непрерывными ТП // Автоматизация в промышленности. – 2003. – №8. – С. 28–33.
69. Мусаев, А. А. Автоматизация диспетчеризация производственных процессов промышленных предприятий / А.А. Мусаев, Ю. М. Шерстюк // Автоматизация в промышленности . – 2003. – №9. – С. 36-43.
70. Aspen HYSYS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sepedadestaratatabrasena.files.wordpress.com/2009/01/hysys-3.pdf>. Дата обращения: 25.02.2014.
71. DYN SIM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ips.invensys.com/en/products/processdesign/Documents/DYNSIM.pdf>. Дата обращения: 25.02.2014.
72. Официальный сайт Aspen Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yokogawa.com/index.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
73. Официальный сайт Emerson Process Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/Pages/Home.aspx>. Дата обращения: 25.02.2014.
74. Официальный сайт Honeywell International [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://honeywell.com/country/ru/Pages/home.aspx>. Дата обращения: 25.02.2014.
75. Официальный сайт Invensys Operations Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iom.invensys.com/RU/Pages/home.aspx>. Дата обращения: 25.02.2014.
76. Официальный сайт Yokogawa Electric Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yokogawa.com/index.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
77. Официальный сайт компании National Instruments в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.LabVIEW.ru/>. Дата обращения: 25.02.2014.

- 78.Официальный сайт компании ООО «OSIsoft» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osisoft.com>. Дата обращения: 25.02.2014.
- 79.Официальный сайт компании ООО «Индасофт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.indusoft.ru>. Дата обращения: 25.02.2014.
- 80.Блюм П. LabVIEW: Стиль программирования. / П. Блюм. –Москва : ДМК Пресс, 2009. – 400 с.
- 81.Пахомов, А.Н. Основы моделирования химико-технологических систем : учебное пособие / А.Н. Пахомов, В.И. Коновалов, Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с. – 100 экз.
- 82.Роджер Дженнингс. Использование Microsoft Office Access 2003: Специальное издание.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс». 2005. – 1312с.: ил.
- 83.Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике: Учебное пособие / В.П. Романов; Под ред. д.э.н., проф. Н.П. Тихомирова. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 496 с.
- 84.Рылов, М.А. Программный комплекс для мониторинга и расчета показателей качества продукции в темпе с технологическим процессом // Сборник трудов 10 Международной научно-практической конференции «Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологий National Instruments - 2011» (Москва 8-9 декабря 2011г.) : труды. – М.: ДМК-пресс, – 2011. – С. 220-221.
- 85.Рылов, М.А. Обзор систем усовершенствованного управления технологическими процессами [Электронный ресурс]. / Электронный журнал «Исследовано в России». – 2013. – 008. – С. 120-130,. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2013/008.pdf>. Дата обращения: 25.04.2014.
86. Рылов, М.А., Построение модели качества продукции на основе данных единого информационного пространства предприятия / М.А. Рылов, А.Э. Софиев // Приборы. – 2012. – №10. – С. 23-29.
- 87.Рылов, М.А. Интеграция PI System и LabVIEW / М.А Рылов, А.Э. Софиев // Известия МГТУ «МАМИ ». – М. : МГТУ «МАМИ», – No 1(15). – 2013. – т. 4. – С. 155-160.
- 88.Рылов, М.А. Модель качества стабильного катализата на установке каталитического риформинга бензина / М.А. Рылов, А.Э. Софиев //

- Известия МГТУ «МАМИ». – М. : МГТУ «МАМИ». – No 1(15). – 2013. – т. 4. – С.160-165.
89. Рылов, М.А. Синтез виртуальных анализаторов нефтепродуктов на основе самоорганизующихся карт Кохонена / М.А. Рылов, А.Э. Софиев // Мехатроника, автоматизация, управление. –2013. – №12. – С. 23-28.
90. Рылов, С. А. Разработка компьютерных информационных тренажеров на основе технологий виртуализации: дис. ... канд. тех. наук : 05.13.01 / Рылов Сергей Андреевич. – М., 2011. – 267 с.
91. Смирдович, Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч. 2-я. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов / Е.В. Смирдович. –3-е изд., пер. и доп. – М. : Химия, 1980. – 328 с., ил.
92. Студеникин, С.А. PI System - решение проблемы интеграции АСУТП и АСУП // Автоматизация в промышленности. – 2003. – №9. – С. 50-53.
93. Софиев, А. Э. Компьютерные обучающие системы / А.Э. Софиев, Е.А. Черткова – М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
94. Суранов, А.Я. LabVIEW 8.20: справочник по функциям / А.Я Суранов – Москва : ДМК Пресс, 2007. –536 с.
95. Сюч, Э.О. Эффективное управление производством в нефтегазовой промышленности // Нефть газ. – 2008. – № 05. – С. 27-30.
96. Тарасов, В. Б. Интеллектуальные SCADA-системы: истоки и перспективы [Электронный ресурс] / В.Б. Тарасов, М.Н. Святкина // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. Журн. – 2011. – №10. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/224479.html>. Дата обращения: 25.04.2014.
97. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Дж Тревис. – М. : ДМК Пресс, Прибор Комплект, 2004. – 544 с.
98. Трофимов, А. Г. Использование самообучающихся нейронных сетей для идентификации уровня глюкозы в крови больных сахарным диабетом 1 го типа [Электронный ресурс] / А.Г. Трофимов, И. С. Повидало, С. А. Чернецов // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. – 2010. – №5. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/142908.html>. Дата обращения: 25.04.2014.
99. Федоров, Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т.2 «Проектирование» / Ю.Н. Федоров. – М. : СИНТЕГ, 2006. – 632 с., ил.

100. Что такое APC. – Режим доступа:
<http://hpsregional.honeywell.com/cultures/ru-ru/advancedsolutions/advancedprocesscontrol/whatisapc/default.htm>.
 Дата обращения: 10.06.2013.
101. Шумейко, А.А. Интеллектуальный анализ данных (Введение в Data Mining) / А.А.Шумейко, С.Л. Сотник. – Днепропетровск : Белая Е.А., 2012. – 212 с.
102. Главные компоненты и факторный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stfacan.htm>. Дата обращения: 10.07.2013.
103. Trevor Hastie. Principal Curves and Surfaces. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pca.narod.ru/HastieThesis.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
104. Горбань А. Главные многообразия для визуализации и анализа данных [Электронный ресурс] / А. Горбань, Б. Кегль, Д. Вунш, А. Зиновьев // Шпрингер. – 2007. – Режим доступа:
<http://pca.narod.ru/contentsgkwz.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
105. Метод Главных Компонент (PCA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
106. Технологии APC и RTO позволили Eni повысить доходность НПЗ на 10 центов в расчете на баррель [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://www.oilandgaseurasia.ru/tech_trend/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8-apc-%D0%B8-rto-%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D0%B8-eni-%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%81%D0%B8%D1%82%D1%8C-%D0%B4%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D0%BD%D0%BF%D0%B7-%D0%BD%D0%B0-10-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%B2-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%B5-%D0%BD%D0%B0. Дата обращения: 20.09.2013.

107. Вопросы проектирования систем адаптивного управления процессами добычи и подготовки нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neftegas.info/territoriya-neftegaz/1472-voprosy-proektirovaniya-sistem-adaptivnogo-upravleniya-processami-dobychi-i-podgotovki-nefti.html>. Дата обращения: 25.02.2014.
108. Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа: Учеб. пособие / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.П. Веревкин, Е.С. Докучаев, Ю.М. Малышев; Под ред. С.А. Ахметова. – М. : Химия, 2005. – 736 с.
109. Проблемы повышения эффективности управления процессами добычи и переработки нефти, и газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neftegas.info/territoriya-neftegaz/2497-problemy-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-processami-dobychi-i-pererabotki-nefti-i-gaza.html>. Дата обращения: 16.10.2013.
110. Willis M.J., Tham M.T. Advance Process Control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lorien.ncl.ac.uk/ming/advcontrl/apc.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.
111. Оценка проектов усовершенствованных систем управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://controlengrussia.com/artikul/article/ocenka-proektov-usovershenstvovannykh-sistem-upravleni/>. Дата обращения: 25.02.2014.
112. Интегрированные системы управления непрерывным производством: оптимальный синтез [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metclad.ru/pat-d-274-list/>. Дата обращения: 25.02.2014.
113. Использование самоорганизующихся карт в задачах кластеризации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.basegroup.ru/library/analysis/clusterization/som_mine/ Дата обращения: 25.02.2014.
114. Применение самоорганизующихся нейронных сетей для классификации заёмщиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mdco.ru/content/886>. Дата обращения: 25.02.2014.
115. Моделирование данных с помощью нелинейных многообразий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pca.narod.ru/ch22.htm>. Дата обращения: 25.02.2014.

116. Современные тенденции в использовании компьютерных технологий в добыче нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neftegaz.ru/analysis/view/7540>. Дата обращения: 25.02.2014.
117. Внедрение информационной системы управления производственными процессами на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса ВИНК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://journal.itmane.ru/node/691>. Дата обращения: 25.02.2014.
118. Использование АРС-систем для оптимизации горячей прокатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ask.ru/indexpage=solutions&pid=39.html>. Дата обращения: 25.02.2014.
119. Модели архитектуры ИС предприятия: расцвет многоклеточных. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.andproject.ru/about/articles/2007/modeli_infosys_1/. Дата обращения: 25.02.2014.

Приложение №1. Краткая характеристика PI System

Важнейшим вопросом при разработке информационных производственных систем реального времени является выбор современных передовых технологий, обеспечивающих эффективную эксплуатацию и перспективную модернизацию системы.

Исходя из характера собираемой, хранимой и отображаемой информации при построении информационных систем целесообразно использовать дифференцированный подход к организации сбора и хранения, данных различного типа и интеграцию этих данных на уровне представления информации.

Технологические данные реального времени (давления, температуры, расходы и пр.) характеризуются небольшим количеством передаваемых и хранимых атрибутов (наименование параметра, метка времени и значение), но в тоже время поток этих данных носит «непрерывный» характер со средней дискретностью порядка 10 секунд. Дискретность передаваемой и хранимой информации, как правило, определяется скоростью течения процесса и частотой обновления данных на источнике первичной информации. Кроме того, требуется осуществлять фильтрацию собираемых технологических данных с учетом класса точности измерительных приборов и гарантировать поступление этих данных в базу данных реального времени. За счет этой специфики современные технологические базы данных реального времени обладают широким набором интерфейсов к различным источникам производственно-технологической информации, поддерживающих гибкую настройку каждого параметра, высокую разрешающую способность по считыванию данных и буферизацию этих данных в случае нарушения связи.

Реляционные базы данных предназначены для хранения и использования больших массивов однородной информации распределенной

по множеству таблиц. Этот тип баз данных предназначен для организации и хранения документов, справочно-библиографических данных, классификаторов, позволяющих строить иерархические структуры и описывать типы показателей.

При функционировании РБД используется заранее определенный перечень совокупности разнородных объектов для хранения всей служебной информации, поддающейся компьютерной обработке, автоматизации управленческой деятельности, контроля и построения оптимальной стратегии внутренних и внешних взаимодействий организационных структур.

Таким образом, при создании современных Информационных систем необходимо учитывать специализацию РБД, БДРВ и изначально разделяя типы хранимой информации проектировать две базовых подсистемы – подсистему технологических данных реального времени и подсистему нормативно-справочной информации.

В качестве базового структурного элемента подсистемы технологических данных реального времени создаваемой Системы предлагается использовать программное обеспечение PI System, компании OSIsoft. Ядром PI System является БДРВ – PI Server, гибко масштабируемый по количеству хранимых параметров. Емкость PI Server – до 2 млн. тегов на одном сервере. Особенность PI Server – в хранении информации в «сжатом» виде, без потери точности восстановления данных с любым разрешением. Величина компрессии составляет от 4 до 10 в зависимости от вида информации. Высокое быстродействие сервера - до 100.000 операций в секунду при чтении/записи обеспечивает одновременную комфортную работу до 500 пользователей.

Характеристика/Сервер	Dell PowerEdge R910 (4U Quad-Socket Intel, 8-Core Xeon E7-4830, 256GB RAM, 4.2TB 15K SAS HDDs, 2 SSDs, стоимость ~\$38,000)	Dell PowerEdge R710 (2U Dual-Socket Intel, 12-Core Xeon X5650, 96GB RAM, 1.2TB 15K SAS HDDs, 2 SSDs, стоимость ~\$12,000)	Dell OptiPlex SX-260 (32-bit Architecture Pentium 4 3GHz 1 CPU Core, 1GB 266MHz DDR RAM, 40GB 5.4K IDE HDD, стоимость ~ \$30)
Макс. кол-во тегов	20M+ тегов	5M тегов	10K+ тегов
Макс. скорость записи	1M соб/сек	500K соб/сек	>40K соб/сек
Макс. скорость чтения	>10M соб/сек	5M соб/сек	>100K соб/сек
Он-лайн архивы	>50K файлов	>10K файлов	>1K файлов
Запросы в реальном времени	10M+ обращений	>3M обращений	>5K обращений
Изменения тегов	2,000 тегов/сек	>500 тегов/сек	>50 тегов/сек
Время загрузки	<10 минут	<2 минут	<1 минуты

Таблица 15. Производительность PI Server.

Так же серверное программное обеспечение PI System имеет подсистему создания моделей и хранения нормативно-справочной информации основанную на Модульной (объектной) базе данных (MDB) и

дополнительном компоненте для моделирования PI Analysis Framework (базируется на MS SQL Server).

Описание платформы (базового ПО)

Описание базового ПО для решений задач автоматизации процессов управления производством на базе программного продукта PI System (далее Продукт) составлено на основе информации с официального сайта компании OSISoft [78] и сайта компании Индасофт [79].

Общие вопросы	
Поддерживаемые операционные системы	<p>Серверное ПО: Операционные системы, поддерживаемые PI Enterprise Server версии 3.4.370:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Windows Server 2003 • Windows 2000 Server, SP3 or higher • HP-UX 11i (11.11) • Solaris 8 or 9 • Compaq Tru64 UNIX V5.1B • IBM AIX 5.1 or later <p>* Рекомендуется в качестве приоритетной ОС (поддерживается Online Backup, 64 битная версия, удаленный рабочий стол и т.д.)</p> <p>Клиентское ПО:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Windows 98 • Windows ME • Windows NT 4.0 SP6A • Windows 2000 • Windows 2000 Server • Windows XP • Windows 2003 Server
Использование в качестве распределенной корпоративной системы	<p>Продукт изначально проектировался для работы в качестве корпоративной Системы с множественными территориально-распределенными серверами. Поддерживает региональные установки - часовые пояса, переходы на зимнее/летнее время. Есть опыт использования в единой корпоративной системе более 40 территориально-распределенных серверов. (Примеры по состоянию на 2003 год: Shell (47 серверов), ARAMCO (40 серверов), BP (25 серверов), ExxonMobil (23 сервера)).</p>

<p>Количество функционирующих в России и мире решений фирмы-производителя Продукта</p>	<p>В мире имеется около 11000 функционирующих серверов PI System на различных предприятиях, в том числе около 4000 в нефтяной и газовой отраслях. Система установлена на предприятиях таких компаний, как British Petroleum, Shell, Elf (в качестве распределенной многосерверной корпоративной системы). В газовой отрасли один из примеров распределенной системы – Columbia Gas (USA). В России и СНГ установлено около 40 систем на предприятиях НК ЛУКОЙЛ, Роснефть, ТНК-ВР, Сибнефть, ГАЗПРОМ, НоваТЭК и др.</p>
<p>Стаж фирмы-разработчика продукта и решений на базе Продукта в России. Клиенты в нефтегазовой отрасли и соответствующие им внедренные решения</p>	<p>PI System применяется в мировой нефтегазоперерабатывающей промышленности с 1980 г. В России PI System используется с 1997 г. Ряд компаний использует PI System на протяжении 20 лет, так как фирма-разработчик OSISoft обновляет ПО в рамках технической поддержки, включая переход на современные программно-аппаратные платформы.</p>
<p>Количество сертифицированных и обученных специалистов фирмы-разработчика, и дистрибьютора в России</p>	<p>Фирма-разработчик OSISoft, Inc. имеет более 250 разработчиков.</p>
<p>Средний срок адаптации и внедрения решения на производстве</p>	<p>От полугода до двух лет в зависимости от функционального насыщения и этапности внедрения</p>
<p>Автоматизация процессов сбора, обработки, хранения и предоставления информации</p>	
<p>Возможности базы данных для сбора и хранения оперативной информации по технологическим и расходным параметрам объектов основного и вспомогательного производства</p>	<p>В основе PI System лежит мощный сервер для сбора технологических данных в реальном времени. Скорость ввода данных – около 100 тыс. измерений в секунду. Ёмкость и глубина хранения данных практически не ограничены. Имеются примеры использования архивов с глубиной хранения более 10 лет. При этом обеспечивается оперативность доступа ко всем данным. Применяемые методы сжатия данных позволяют обойтись 40 Гб дисковой памяти для сбора и хранения в течение 3 лет технологических данных предприятия среднего размера (порядка 10000 параметров). Для</p>

	<p>хранения относительно медленно изменяющихся данных (паспортные параметры объектов, данные по структуре предприятия, данные по ремонту, по транспорту и т.д.) служит Модульная база данных (MDB), в которой отражается также и структура всего предприятия. Через MDB можно обращаться также и к оперативным технологическим данным. При этом они отображаются в составе структуры предприятия. MDB позволяет также отображать изменение во времени структуры предприятия.</p>
Возможности по сбору данных	<p>Имеет свыше 400 специализированных интерфейсов к системам АСУТП ведущих производителей мира, поддерживает стандартные протоколы OPC, DDE, ODBC, OLEDB, COM/DCOM, XML и т.д. Имеет открытый программный интерфейс PI-API, PI-SDK для разработки собственных интерфейсов к экзотическим системам. Возможность передачи и хранения данных с миллисекундной отметкой времени. Гарантированная доставка данных (без резервирования физического канала), за счет установки интерфейсов в локальных сетях АСУТП, которые могут буферизовать данные за несколько суток и автоматически при появлении связи передавать данные в PI сервер. Поддерживается горячее резервирование некоторых интерфейсов для сбора данных, включая OPC-интерфейс.</p>
Возможности по передаче данных на нижний уровень	<p>Большинство интерфейсов являются двухсторонними, таким образом, поддерживается передача управляющих воздействий или вспомогательной информации на нижний уровень.</p>
Интеграция с системами верхнего уровня	<p>Имеет специальные сертифицированные модули для связи с наиболее распространенными ERP-системами, в частности, с SAP R/3, JD Edwards, Maximo и др. Например, случае с SAP R/3 имеются специализированные интерфейсы для связи с такими модулями SAP, как модуль планирования (PP-PI), модуль техобслуживания и ремонтов (PM), управление качеством (QM) и с рядом других модулей. Кроме того, имеются широкие возможности для связи практически с любыми ERP через «линейку» интерфейсов для связи с реляционными базами данных.</p>
Интеграция с СУБД	<p>PI System имеет собственный формат базы данных реального времени, спроектированный для хранения данных временных рядов. Интегрируется с любой БД, которая поддерживает технологию XML, ODBC,</p>

	OLEDB или COM.
Требования к каналам связи для сбора данных	Минимальный трафик в сети (80-100 Kb/c при передаче 25000), за счет сжатия данных на уровне интерфейса и использования PI-API протокола передачи данных. Требования к физическому каналу связи: протокол TCP/IP, использует порт 5450, 64 kb/s – обеспечивает гарантированную передачу до 10000 параметров
Сжатие данных на уровне интерфейсов и сервера	Оптимальная настройка сжатия данных на уровне интерфейса (фильтрация «шумов») - передачи данных по расписанию или по событию. Наилучший алгоритм сжатия данных на уровне сервера - линейная интерполяция, гарантирующая восстановление данных с заданной точностью (1-0,0000001 % от шкалы измерения). Сбор данных может быть настроен на точное соответствие (без сжатия).
Обеспечение целостности данных	Возможно несколько уровней резервирования. За счет распределенной архитектуры сбора информации (интерфейсов, которые имеет буферизацию) целостность архива гарантирована при потере физической связи с источником данных или выхода из строя самого сервера, без резервирования сервера и каналов связи. Второй уровень резервирования интерфейсов, необходим, если резервирован источник данных. Третий уровень резервирования - резервирование сервера, обеспечит непрерывно информацией клиентов.
Возможности горячего резервирования и бэкапирования базы данных	PI System может устанавливаться на кластер с поддержкой горячего резервирования. Бэкапирование базы данных в Online-режиме поддерживается на операционной системе MS Windows 2003 Server.
Возможности автоматизированного сбора и обработки оперативной информации по технологическим и расходным параметрам объектов основного и вспомогательного производства.	Автоматизированный сбор оперативной информации обеспечивается при помощи интерфейсов PI System. В PI System предусмотрены интерфейсы практически ко всем существующим системам АСУТП, что позволяет оперативно собирать и хранить в едином стандартном формате данные, полученные из разнородных источников. Оперативная обработка поступающей информации (фильтрация данных, суммирование, агрегирование, статистические расчеты и другие вычисления) может осуществляться в реальном времени как на самом сервере сбора данных, так и на специально выделенном сервере вычислений. Распределенное управление базами данных и распределенное

	<p>обращение к данным осуществляется при помощи целого ряда специализированных клиентских приложений. Для удаленного обращения к данным могут использоваться и стандартные средства, например MS Internet Explorer или MS Excel.</p>
<p>Возможности агрегирования и представления данных по предприятию, функциональным задачам и временным периодам</p>	<p>Агрегирование и представление данных обеспечиваются в основном двумя клиентскими приложениями – PI-ProcessBook (представление данных в виде мнемосхем и графиков) и PI-DataLink (оперативное создание отчетов в среде MS Excel). Имеется также Web-портал RTWebPortal производственных данных для удаленного доступа по технологии «тонкого» клиента. Имеются средства публикации мнемосхем и отчетов с разграничением доступа в Intranet – сети предприятия. Так же имеются средства интеграции с порталами ERP-систем (например, SAP R/3) посредством RLINK ICE-TEA Web Parts и RtPM Business Package for SAP EP 6.0</p>
<p>Возможности создания программных средств для переработки информации, находящейся в базах данных (расчетов обобщенных и любых других, необходимых для анализа и управления производством показателей на основе собранной в базы данных информации)</p>	<p>В основном такие программные средства создавать не требуется, поскольку они уже заложены в готовом виде в составе PI System. Так, подсистема Totalizer обеспечивает получение обобщенных и суммированных данных за определенные периоды времени и по определенным категориям (например, корректное интегрирование показаний расходомеров для систем коммерческого учета), а также всевозможные статистические расчеты. Подсистема SQC (Statistical Quality Control) в автоматическом режиме осуществляет различные статистические тесты, необходимые для статистического контроля по любым показателям (например, по параметрам качества выпускаемой продукции). Тем не менее, в системе заложены возможности для программирования практически любых расчетов. Вычисления могут выполняться в режиме on-line как на самом сервере сбора и хранения данных, так и на специально выделенном для этого сервере вычислений. На PI-сервере имеется встроенная подсистема Performance Equation (PE), предназначенная для вычислений, которые можно записать при помощи одной-двух формул. Так, например, при помощи PE можно осуществить преобразование единиц входных измерений, их фильтрацию, расчеты себестоимости продукции в реальном времени. Подсистема вычислений Advanced Computing Engine (ACE) работает</p>

	<p>обычно на отдельном компьютере. С помощью ACE можно выполнять в реальном времени сложные расчеты, закодированные на одном из языков программирования. Обычно это Visual Basic, но могут использоваться и другие языки – C++, Delphi, Fortran и др. Расчеты могут запускаться как по расписанию, так и по событиям.</p>
<p>Возможности автоматизированного расчета сменных, суточных и календарных материальных балансов, и балансов потребления энергоресурсов, или возможности создания (в среде блока управления) программных средств для выполнения перечисленных расчетов в предыдущем вопросе на основе информации, хранящейся в базах данных</p>	<p>Балансовые расчеты выполняются в PI System при помощи подсистемы PI SigmaFine. В этой системе строится модель предприятия на основе графического представления его структуры. На схеме указываются все измерительные приборы с их классом точности. На основе данной информации и информации, хранящейся на сервере PI System, при помощи метода наименьших квадратов сводятся материальный, компонентный и энергетический балансы производства. Таким способом составляются балансы для любых периодов времени – сменные, суточные и календарные. Так же возможно создание уникальных моделей и алгоритмов расчета на базе инструмента моделирования PI Analysis Framework.</p>
<p>Возможности создания моделей прогноза материальных, материально-стоимостных и энергетических балансов, и технико-экономических показателей с учетом графика ремонтов оборудования</p>	<p>Прогноз материальных, компонентных и энергетических балансов, и показателей переработки сырья не представляет больших трудностей, поскольку:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В системе хранится вся историческая информация о процессах, которая необходима для составления прогнозов. 2. В системе хранятся все балансы, используемые для прогнозов 3. В системе предусмотрены развитые средства статистического анализа, необходимые для составления прогнозов 4. В системе легко организовать хранение графика ремонтов оборудования <p>Модели для прогнозирования создаются на базе универсальной платформы для моделирования PI Analysis Framework.</p>

Возможности создания программных средств для контроля достоверности, адаптации и корректировки расчетных моделей	Расчетные модели обычно выполняются на сервере расчетов ACE (Advanced Computing Engine). Встроенные функции ACE позволяют легко производить статистический контроль достоверности моделей. Адаптация и корректировка моделей производятся обычно на том же сервере ACE по специальным рекуррентным алгоритмам адаптации в режиме реального времени.
Разграничение доступа к информации и обеспечение безопасности данных	
Поддержка нескольких доменов и разделения сетей АСУ ТП и АСУ ПХД	Поддерживает много доменную архитектуру. Возможна работа с сервером либо при наличии статического IP-адреса, либо при наличии статического Host-name. В сетях с разделенными сетями АСУ ТП и АСУ ПХД входит в «демилитаризованную» зону и используется в качестве шлюза между этими сетями с возможностью установки программного Firewall.
Работа в сетях с программными и аппаратными Firewall	Поддерживает все известные Firewall. Для работы в защищенных сетях необходимо открыть порт 5450 для интерфейсов и «толстых» клиентов и порт 80 для работы «тонких» клиентов.
Встроенные средства создания «доверительных» узлов (источников данных)	«Доверительные» узлы гибко настраиваются в таблице Trust. Так же имеются средства ограничения доступа внешних приложений к данным на сервере.
Разграничение доступа к данным на серверном уровне	При соединении с сервером все приложения проходят обязательную авторизацию. Так же определяется доступ к каждому тегу системы для пользователей и групп пользователей как по чтению данных и атрибутов, так и конфигурации тега
Клиентское ПО	
Обновления клиентского ПО	Клиентское ПО может обновляться как локально, так и удаленно. Для удаленного обновления доступны опции автоматического обновления через доменные политики
Требования к каналам связи для отображения данных	Комфортная работа клиентского ПО обеспечивается при наличии канала связи с сервером 2Mb/c.
Количество клиентов для одного сервера	Поддерживается более 500 клиентов на одном сервере.
Скорость предоставления данных	PI ProcessBook по скорости представления данных не имеет аналогов, представляя тренд по 8 параметрам за один год в среднем за 3 секунды, с обновлением параметров каждые 5 секунд. Скорость работы не

	зависит от количества одновременно работающих клиентов и того, что они работают с одними и теми же данными.
Администрирование	
Организация единого центра администрирования территориально-распределенными серверами	Встроенные средства централизованного администрирования системы с разграничением прав администраторов
Возможности Online-конфигурирования базы данных	Поддерживается Online-конфигурирование базы данных без перезагрузки сервера, включая создание новых архивов, добавление/удаление тегов, переконфигурирование Модульной базы данных и т.д.
Наличие стандартизированных инструментальных средств администрирования и сопровождения	Имеется большое количество инструментальных средств для конфигурации, «тонкой» настройки и администрирования всех серверных компонентов и клиентских приложений, входящих в пакет управления PI SMT
Лицензионная политика	
Основные составляющие стоимости системы	Стоимость PI System определяется набором четырех основных компонентов: <ol style="list-style-type: none"> 1. Серверное ПО и серверные приложения – зависят от количества лицензированных параметров (Data Stream) на одном сервере; 2. Интерфейсы – имеются серверные лицензии интерфейсов и лицензии интерфейсов устанавливаемых удаленно (в системах, являющихся источниками данных); 3. Клиентские приложения – имеются конкурентные и именные лицензии основных клиентских приложений; 4. Специализированные функциональные приложения (Control Monitor, ProcessPoint, MCN Health Monitor и т.д.).
Градации по количеству хранимых параметров (Data Stream) на одном сервере	В настоящий момент имеются следующие градации по количеству хранимых тегов на одном сервере: 500, 1000, 2000, ... 10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 40000, ... 100000, 150000, 200000, 250000, 300000, 400000, 500000 ... 10 000 000
Возможность кластерной установки серверного ПО	Кластерная установка бесплатна вне зависимости от числа узлов в кластере

Зависимость стоимости серверного ПО от числа процессоров сервера и ядер в многоядерных процессорах	Стоимость системы не зависит от количества процессоров сервера и ядер в многоядерных процессорах
Техническая поддержка	Стоимость годовой технической поддержки составляет 15% от стоимости ПО и включает обновление ПО 3-4 раза в год, круглосуточную техническую поддержку по телефону и e-mail (на английском), техническую поддержку в рабочее время по телефону и e-mail (на русском) и обновление документации на русском языке по мере выхода.

Таблица 16. Описание PI Server.

В данный момент поставляются следующие конфигурации серверного ПО PI System:

- **PI Enterprise Server;**
- **PI Enterprise Server Professional.**

Функциональность PI System в значительной мере определяется серверными приложениями (Server Applications), дающими возможность выполнять обработку данных на сервере, исключая необходимость проводить какие-то ни было вычисления на клиентском компьютере.

Приложения (Server Applications) включенные в **PI Enterprise Server** по умолчанию:

а. **SQL** - подсистема PI-SQL подготавливает и исполняет SQL-запросы, адресованные PI-системе. Основным пользователем этой подсистемы является драйвер PI-ODBC. Этот драйвер удовлетворяет стандартам ODBC API и благодаря ему данные PI System представляются организованными в виде таблиц данных.

б. **PE** – подсистема PI Performance Equations для вычисления расчетных величин по определенным формулам, производящее расчеты по событиям или времени и помещающее результаты вычислений в архив. Приложение содержит несколько десятков

стандартных функций, что делает применение PI Performance Equations достаточно простым, так как это сводится к написанию нужной формулы в одном из полей тега и не требует программирования.

с. **Totalizer** - подсистема PI Totalizer служит для расчета статистических показателей. PI Totalizer позволяет вычислять средние значения, дисперсии, среднеквадратичные отклонения и другие величины. Все вычисления PI Totalizer могут инициироваться и останавливаться по расписанию или при возникновении определенных событий.

d. **Steam Tables** - представляют собой расширение PI Performance Equations и являются полным набором функций для вычисления термодинамических свойств и расчета динамического состояния среды пара и воды. Вычисления базируются на стандартах Американского общества инженеров-механиков (ASME).

e. **Recalc** – подсистема пересчета для PI Performance Equations. Используется для пересчета значений вычислительных тегов при изменении значений (корректировке «задним числом») исходных тегов.

f. **Alarm** – серверное приложение, позволяющее пользователям отслеживать, обрабатывать и квитировать сообщения о тревогах, генерируемые системой при возникновении исключительных ситуаций. PI Alarm наблюдает за изменением контролируемых параметров, таких как: температура, скорость потока или качество продукта, информируя пользователя тогда, когда это действительно необходимо. Важной особенностью является то, что благодаря объединению производственных данных из различных локальных систем автоматизации, обеспечивается возможность формирования сложных выражений для генерации тревог.

g. **Module Database** – структурированная иерархическая база данных. PI Module Database реализует функции структурирования

хаотичных технологических данных. С ее помощью становится возможным создавать модели и структуры, представляющие конкретное оборудование, продукцию, персонал, события и многое другое. В PI Module Database можно использовать осмысленные имена в качестве псевдонимов тегов для выборки значений, хранящихся в сервере PI System и других базах данных. Кроме того, PI Module Database позволяет сохранять всю информацию о свойствах конкретного оборудования внутри одного модуля.

В версию **PI Enterprise Server Professional** включены два дополнительных пакета серверных приложений:

- **Framework Pack;**
- **Advanced ServerApps.**

Framework Pack включает в себя в следующие серверные компоненты:

a. **ACE** (Advanced Computing Engine) - среда выполнения сложных инженерных расчетов. Используется для анализа производительности и эффективности в реальном времени, подсчета затрат и стоимости выработанного продукта, расчета неизменяемых напрямую величин и вычислений по различным формулам с поправочными коэффициентами. PI ACE позволяет создавать шаблоны вычислений для однотипного оборудования, хранящиеся в модулях PI ACE, которые помогают стандартизировать и автоматизировать разработку вычислений для технологических процессов, что значительно снижает трудоемкость работы программистов.

b. **DAP** (Data Access Package) - комплекс инструментов для доступа к данным и настройкам PI System включает:

i. **PI API** (Application Programming Interface) - набор библиотек функций, обеспечивающих базовое взаимодействие с PI System. Клиентские приложения PI System, такие как ProcessBook и DataLink, используют функции библиотек PI API.

ii. **PI SDK** (Software Development Kit) - набор инструментов программирования, обеспечивающих доступ к серверу и связанным с ним подсистемами PI System. Поставляется в виде элементов управления ActiveX, вместе со вспомогательными библиотеками кода, а так же с оперативной документацией и примерами кода.

iii. Драйвер **PI ODBC** (Open Database Connectivity) обеспечивает возможность PI System принимать и выполнять команды SQL, представляя сервер PI как набор реляционных таблиц. Работа драйвера основывается на стандартной технологии ODBC компании Microsoft, что позволяет PI System интегрироваться с любыми информационными системами.

iv. Провайдер **PI OLEDB** (Object Linking and Embedding Database) формирует эффективный интерфейс для взаимодействия современных информационных систем и PI System. Провайдер PI OLEDB использует современную технологию доступа к данным OLEDB компании Microsoft, представляя в реляционном виде подсистемы сервера PI System.

c. **AF** (Analysis Framework) – инструмент для создания моделей и схем производства (организационных, технологических), состоящих из элементов, их взаимосвязей и взаимозависимостей. Элементы модели представляют собой как физические объекты (резервуары, теплообменники, смесители, измерители и т.д.), так и более абстрактные логические конструкции (эффективность, экология и т.д.). Разработанная модель позволяет включить в себя организационно-технологическую структуру предприятия, логику его функционирования, принципы контекстно-зависимого представления данных о производственном процессе. Основываясь на единой модели, доступной любым приложениям PI System, можно проводить различного рода анализ, обработку и представление информации о

производстве, поступающую в реальном времени, например, согласование технологических данных, расчет эффективности, анализ простоев технологического оборудования и т.д.

Advanced Server Apps включает в себя в следующие серверные компоненты:

а. **Auto Point Sync** - используется совместно с рядом интерфейсов компании OSIsoft для облегчения контроля в PI System за добавлением или удалением измерительных средств в системах DCS или SCADA. AutoPointSync может быть настроен на автоматическое обновление базы данных точек PI в соответствии с изменениями в конфигурации DSC или SCADA.

б. **Batch** - серверное приложение выполняющее функции хранения и обработки данных периодических процессов, таких как выпуск партий продукции. PI Batch оперирует записями, состоящими из информации об идентификаторе серии (Batch ID), идентификаторе продукции (Product ID) и единицах измерения продукции в партии. PI Batch включает в описание периодических процессов не только информацию о их текущем состоянии, но также и технологические условия выполнения, информируя пользователя о степени их приближенности к эталону. Используется и для других приложений, где есть начало и конец операции (например – «Учет движения»).

с. **Real-Time SQC** - серверное приложение выполняющее функции статистического контроля качества регулирования процесса (Statistical Quality Control - SQC). Использует численные методы мониторинга характеристик процесса и гарантирует его ход в заранее определенных пределах. PI Real-Time SQC проводит непрерывный контроль и обработку значений из PI System с использованием методов статистического управления качеством. При возникновении неприемлемого отклонения от нормы Real-Time SQC генерирует и передает тревогу об этом событии в подсистему PI SQC Alarm Manager.

Градации количества лицензируемых параметров (теги и модули) на сервере PI System:

1000-2000-5000-10000-20000-50000-150 000-...-10 000 000.

Приложение № 2. Модель процесса контроля качества

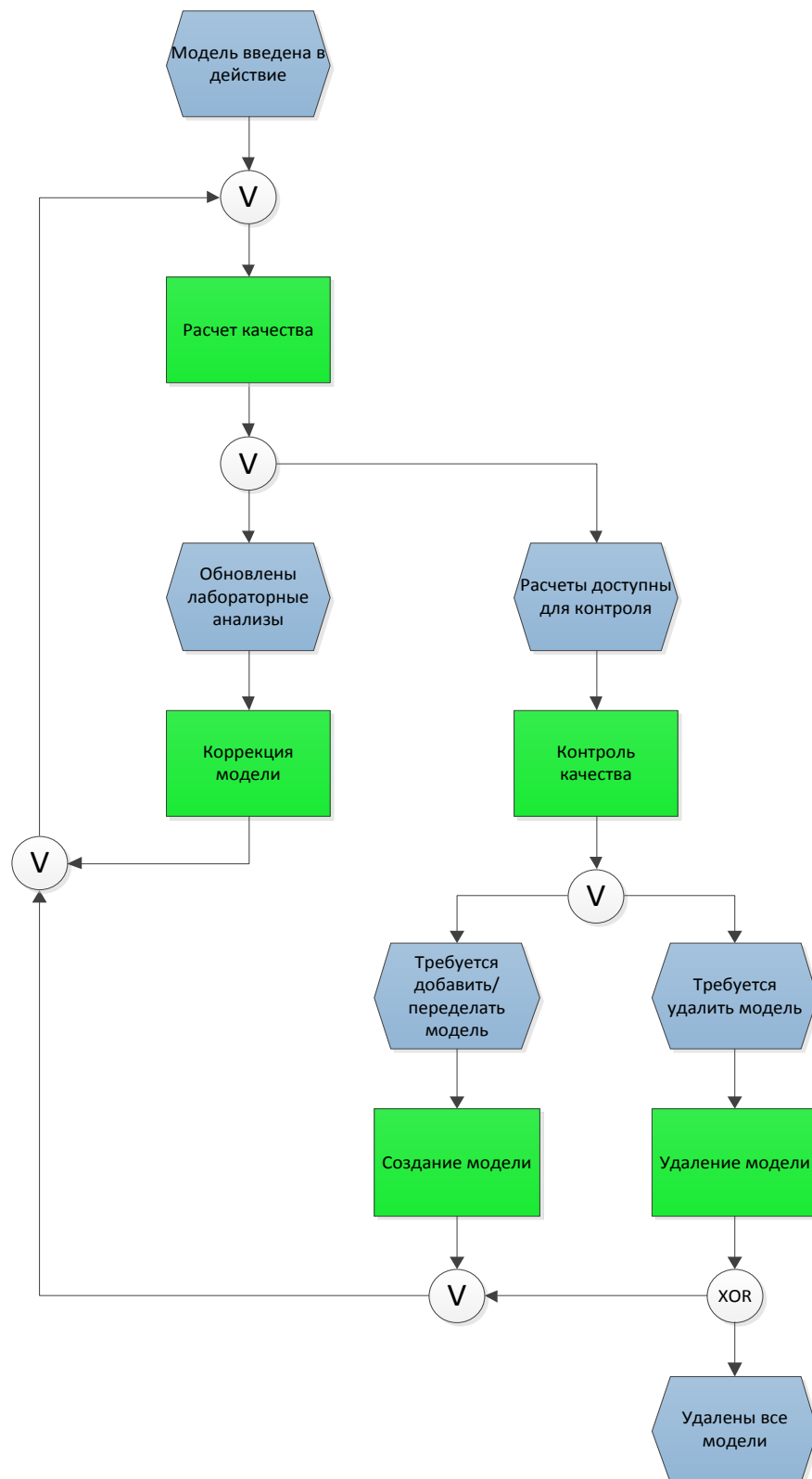


Рисунок 60. Общая модель процесса контроля качества

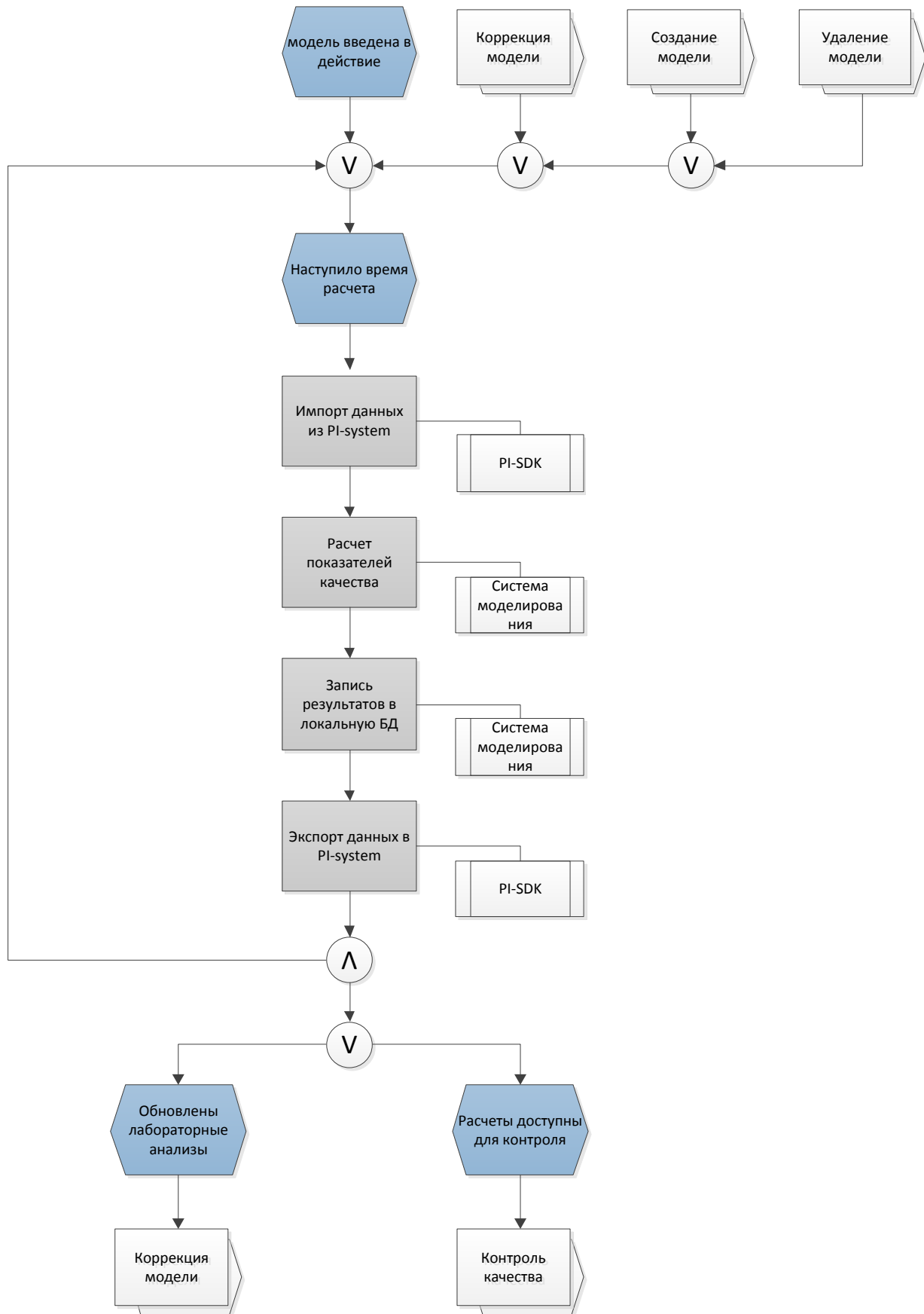


Рисунок 61. Процесс расчета параметров качества

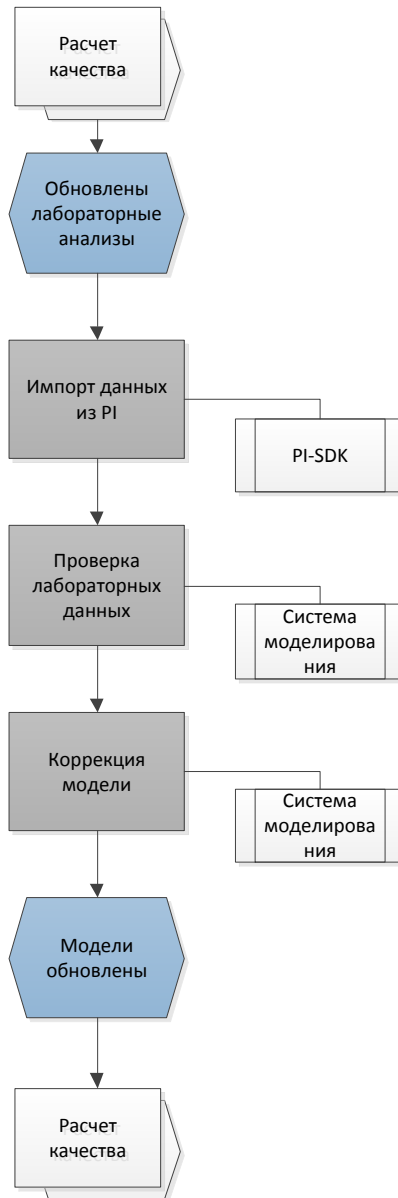


Рисунок 62. Процесс обновления модели по вновь поступившим анализам

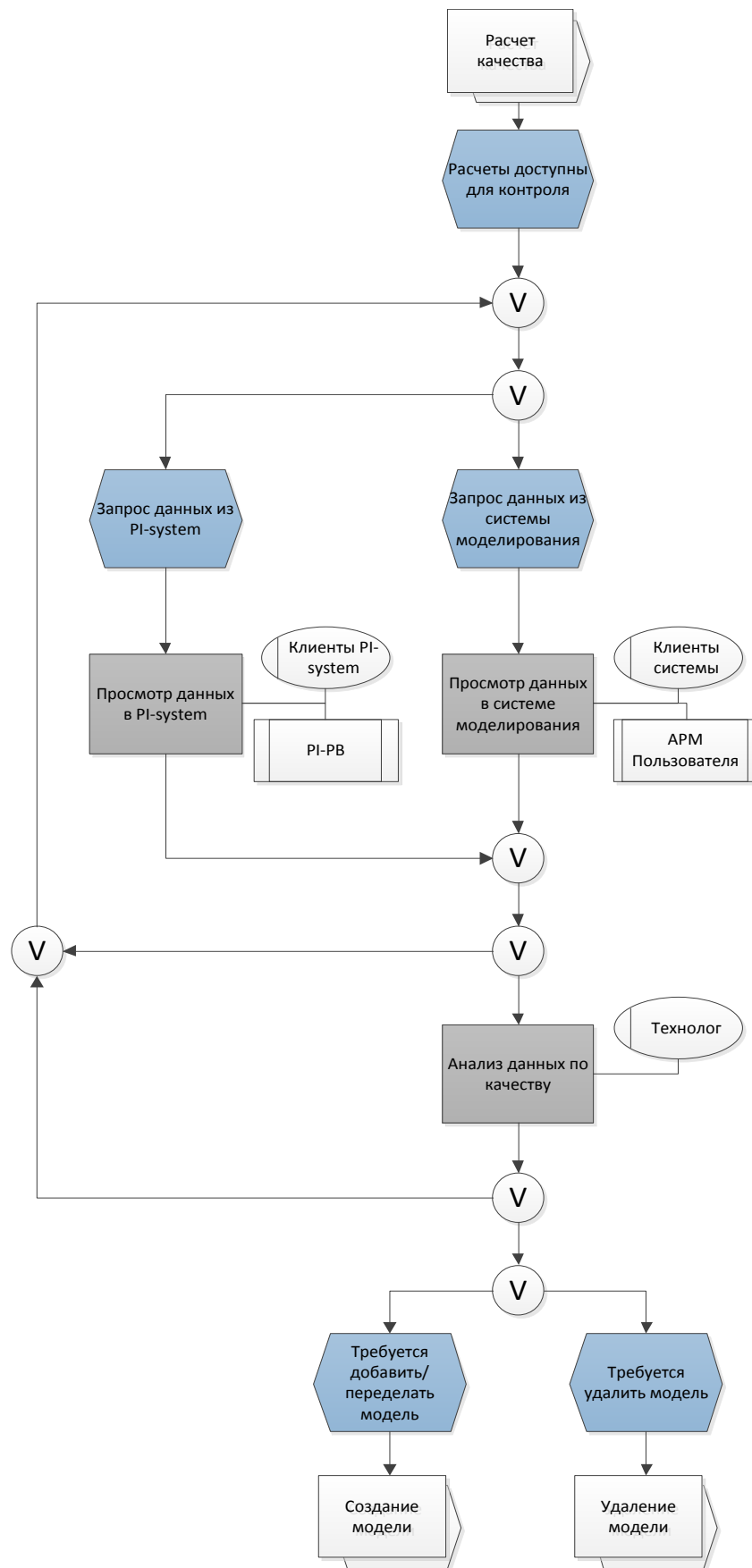


Рисунок 63. Процесс контроля параметров качества нефтепродуктов службами завода на основе данных получаемых от моделей

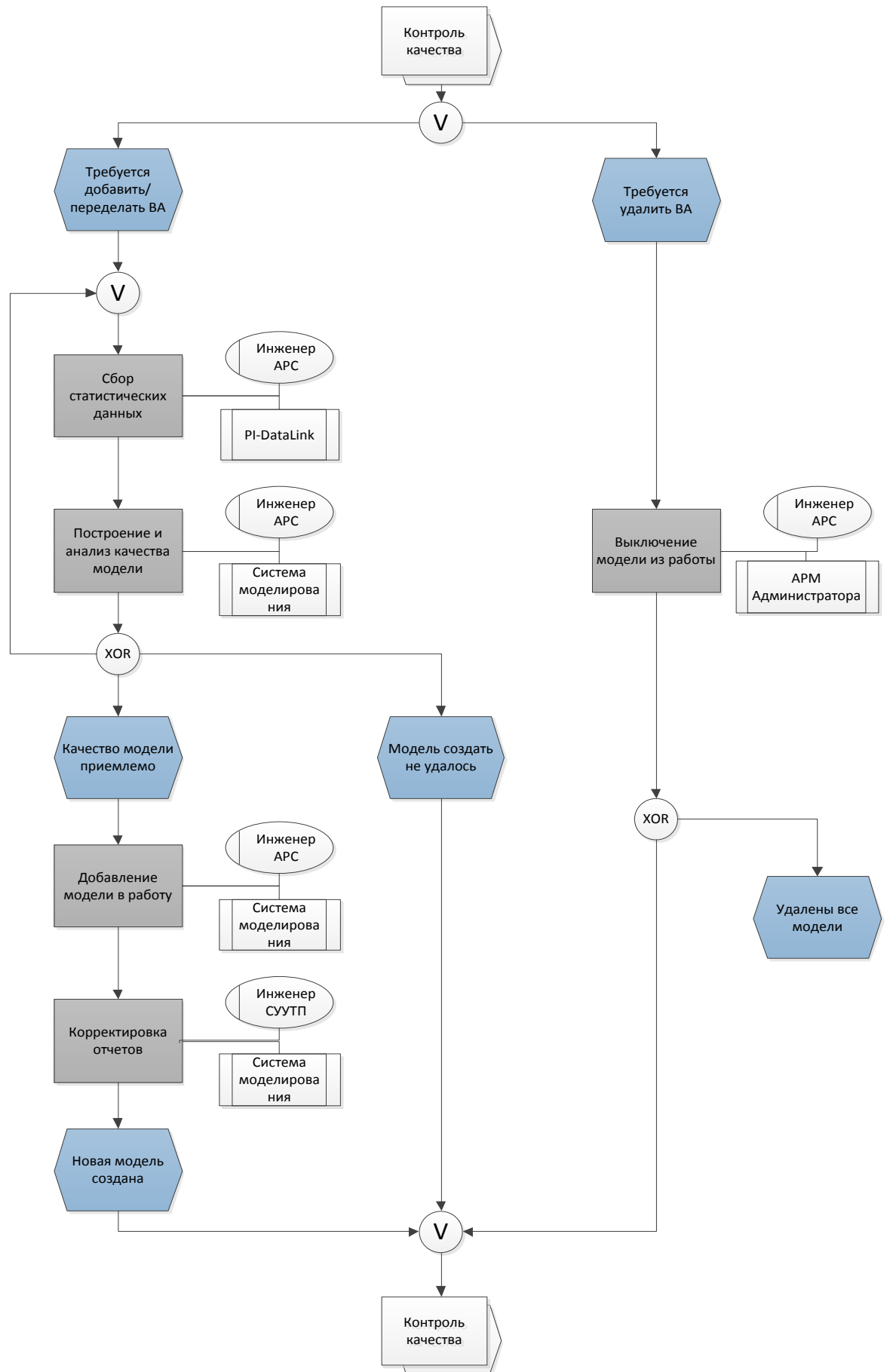


Рисунок 64. Процесс создания (удаления) модели

**Приложение № 3. Значения технологических параметров,
лабораторные данные по качеству и результаты моделирования.**

Для построения моделей были использованы 78 технологических переменных (см. Таблица 6) и соответствующие им по времени отбора проб показания октанового числа полученного бензина. Полученные значения приведены в таблице ниже (Таблица 17). Приведенные данные носят практическую ценность и могут быть исследованы в дальнейшем для анализа процесса каталитического риформинга бензина.

Таблица 17. Исходная выборка данных

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FI3004
№\Ед. измерения	м3/ч	нм3/ч	нм3/ч	нм3/ч	м3/ч	т/ч	м3/ч
1	99,669	9395,606	10142,74	138365,9	96,556	68,872	509,342
2	101,115	8996,738	10001,57	137240	94,117	61,781	510,044
3	102,653	9567,82	10293,75	142659,1	92,277	62,833	502,876
4	100,765	9665,595	10346,7	143619,7	88,751	58,081	502,06
5	100,888	9509,377	10246,82	138561,1	93,728	63,799	498,298
6	100,406	9212,341	10196,21	134898,3	89,477	62,633	495,22
7	101,675	10577,39	10675,21	148577,8	90,564	65,105	491,4
8	101,602	10204,98	10476,75	147006,4	89,682	57,494	496,774
9	102,268	10111,9	10510,5	145689,9	89,731	57,908	508,673
10	102,276	10970,52	10808,4	149552,7	91,083	59,457	503,561
11	102,124	10794,87	10707,09	149442,6	89,681	70,466	508,109
12	101,518	10154,69	10508,8	145035,7	93,189	65,222	510,811
13	102,449	10282,93	10518,15	150564,4	92,704	71,567	509,286
14	101,722	10275,61	10516,92	146458,2	91,759	56,395	511,196
15	101,886	9863,921	10362,37	145182,5	90,477	56,614	511,97
16	102,178	10669,07	10709,5	147679,5	91,758	56,802	508,396
17	101,788	9617,244	10226,56	146135,6	90,751	50,972	510,754
18	102,356	11001,31	10816,07	151271,7	90,886	56,984	511,22
19	101,383	10524	10613,88	149503,9	88,585	62,606	510,791
20	100,469	10078,02	10427,21	146046,5	92,312	47,55	509,835
21	107,088	11737,31	11285,5	142731,6	95,63	59,063	506,798
22	107,511	11480,87	11198,5	140307,6	95,978	70,578	507,904
23	105,84	11649,65	11310,78	139479,9	95,992	67,274	507,22
24	106,325	11858,12	11350,11	141721,8	95,433	65,532	511,004

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
25	107,212	11354,35	11165,27	137850,8	96,389	62,036	507,833
26	105,617	11082,1	11084,6	134713,6	96,01	73,329	508,031
27	106,475	11736,09	11280,32	141324,5	97,79	62,567	512,111
28	106,777	11706,96	11285,17	140689,8	95,089	60,541	512,439
29	106,62	11520,94	11206,61	138382,4	95,66	61,794	507,536
30	107,086	12295,47	11413,77	143985,2	96,701	60,683	507,836
31	107,065	12063,26	11349,96	142615,4	95,122	67,394	509,773
32	106,437	12009,64	11353,57	141604	95,262	61,469	509,537
33	107,011	12502,51	11415,2	150387,5	94,021	62,795	501,914
34	107,992	12209,42	11288,46	149941,6	93,697	63,64	510,356
35	107,323	12119,24	11409,84	145842,6	96,138	68,143	508,963
36	106,373	12603,63	11474,78	149928,6	95,632	65,224	511,715
37	107,307	12188,48	11278,7	150652,8	93,696	61,283	511,163
38	107,801	11747,54	11119,33	146775,6	95,508	63,844	507,815
39	107,762	12566,54	11380,16	154035,4	95,834	65,086	510,455
40	105,349	12681,06	11571,47	147620,5	95,112	65,189	512,049
41	107,029	12572,66	11562,22	146182	95,756	64,528	508,577
42	107,382	12707,17	11612,99	147453,3	94,431	62,552	506,968
43	107,404	13358,84	11915,08	148821,3	94,344	67,368	507,313
44	106,531	12552,5	11559,79	146113,1	95,067	65,391	510,157
45	108,216	12912,13	11659,64	148978,1	95,236	69,05	503,062
46	107,568	13297,29	11870,41	149037,7	94,409	68,629	508,165
47	107,36	12676,81	11655,83	146105,8	94,442	65,757	502,352
48	108,573	13186,07	11800,48	151045	94,146	67,464	503,967
49	108,382	12882,77	11731,64	148795,3	94,743	71,284	511,333
50	107,364	12819,01	11798,16	147368,9	95,903	71,374	509,142
51	108,436	13213,15	11948,36	150744,1	94,247	70,029	507,631
52	108,17	12865,77	11913,74	147913,1	94,616	69,518	507,271
53	108,214	13119	12091,07	146636,6	95,273	72,342	508,846
54	106,575	13176,28	12138,69	148617,3	94,195	72,279	508,431
55	107,114	12642,91	11938,27	146191,9	94,339	71,516	508,689
56	106,304	12289,99	11851,96	143367,6	94,861	68,103	510,198
57	106,698	12634,26	11960,65	144047,6	96,47	74,65	510,595
58	106,077	12254,25	11841,05	144011,3	94,167	75,341	505,785
59	107,543	12179,83	11830,84	142610,4	95,412	67,15	503,825
60	108,684	12613,87	11943,05	146532,3	95,183	69,476	504,426
61	106,363	12477,06	11909,01	145245,4	94,481	69,433	509,783
62	106,946	12918,82	12141,24	144474,4	95,228	60,38	506,113
63	107,275	13375,99	12289,97	148009,5	94,623	68,1	509,959
64	105,599	13153,93	12228,43	146640,6	94,025	69,679	511,831
65	106,747	12883,05	12123,68	144756,2	94,928	69,577	509,824

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
66	106,958	13662,43	12406,14	148315,3	94,799	68,671	509,707
67	107,165	12936,65	12149,29	144335,5	94,075	66,307	506,558
68	107,64	12848,93	12070,3	145144,6	94,192	67,457	509,735
69	107,91	13682,18	12378,2	147750,2	93,207	70,27	513,089
70	107,767	13623,05	12362,92	149255,3	92,829	68,999	510,558
71	107,677	13436,68	12330,75	147370,8	95,467	65,52	511,464
72	106,372	13593,6	12345,5	149020,9	94,865	67,858	513,699
73	107,158	13991,51	12554,53	149410,4	94,019	68,335	512,726
74	107,699	13460,34	12302,06	147964,8	94,62	68,978	519,016
75	106,841	13935,66	12462,73	150743,1	95,119	66,724	514,141
76	108,153	13875,63	12456,71	150345	94,115	65,843	518,224
77	104,2	13043,06	12034,79	148168,1	94,041	69,153	515,23
78	107,377	12278,5	11766,9	145293,8	95,519	67,334	513,622
79	105,867	12061,4	11706,66	142734,5	93,388	68,053	513,072
80	106,84	12491,56	11834,26	144637,1	96,632	69,236	515,856
81	106,603	12822,77	11974,1	146304,2	92,114	68,492	518,497
82	107,127	12637,87	11904,63	143987	95,301	68,166	517,123
83	106,569	12596,25	11872,67	145671,1	92,993	64,058	518,783
84	108,322	12723,03	11907,79	146395,4	92,743	65,091	516,383
85	108,727	12628,5	11906,96	144442,1	93,85	66,335	512,497
86	107,343	12692,75	11921,18	145457,8	94,006	68,85	517,254
87	107,286	12845,55	11998,02	146470,6	93,603	67,194	513,458
88	108,118	12536,09	11908,77	136292,7	93,875	66,603	510,327
89	103,544	13205,43	12017,66	143534,5	89,136	61,77	513,093
90	102,033	13170,33	12032,71	143875,4	88,237	64,592	515,547
91	81,621	14349,93	12073,89	152095,4	67,885	46,556	525,526
92	82,153	14462,55	12116,62	152431,6	67,811	42,313	522,364
93	81,729	14250,69	12069,79	151109,3	69,546	49,673	524,7
94	85,99	13599,23	11969,1	146806,5	74,611	61,012	522,028
95	92,153	13772,83	12115,29	147788,1	78,976	52,034	520,484
96	95,857	13538,26	12116,48	146131,2	80,868	69,539	519,211
97	102,613	13307,88	12143,9	141899,6	90,088	63,231	517,749
98	100,941	13036,75	12030,87	141228,4	87,812	63,449	515,003
99	100,115	13081,48	12009,13	140988,7	91,527	68,059	521,581
100	100,764	13929,36	12336,33	147010,4	89,245	62,517	516,029
101	100,602	14143,92	12450,84	147070,7	90,476	62,939	519,118
102	105,424	13053,8	12142,54	139615,5	91,601	72,424	514,579
103	105,358	13754,17	12382,04	144098,7	94,608	71,502	510,549
104	104,601	13374,78	12253,08	142953,9	91,766	67,269	514,571
105	106,924	13348,91	12202,26	141874,7	92,913	67,177	515,881
106	105,734	12763,2	12017,6	137507,4	94,294	69,568	515,931

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
107	107,648	13337,2	12196,27	142352,7	93,62	62,925	519,074
108	105,963	13239,37	12161,63	141658,3	95,419	71,334	518,43
109	105,618	12832,65	12048,37	139530,8	91,393	68,129	514,892
110	105,322	13058,04	12129,09	140497,9	95,223	62,553	514,046
111	104,728	13210,58	12181,53	140735	93,45	68,714	516,054
112	104,174	13226,07	12166,03	140023,9	93,425	67,002	516,598
113	104,082	13381,58	12248,95	138508	93,641	66,76	514,273
114	102,407	12890,22	12055,67	135732,8	96,072	70,272	515,749
115	102,568	13359,33	12229,12	141359,6	93,913	68,972	518,269
116	102,969	13654,63	12342,27	143678	94,659	69,085	516,609
117	102,009	12929,69	12076,63	139060,4	94,236	68,781	510,808
118	101,715	12998,01	12114,35	140034,6	93,825	68,279	516,155
119	100,95	12994,59	12143,76	138282	94,79	76,031	507,252
120	102,105	12710,34	12012,16	137081,4	95,763	65,579	512,629
121	101,472	12349,89	11870	134122,8	93,569	59,218	516,705
122	102,815	12757,05	12016,67	136764,6	94,327	68,156	519,637
123	102,16	12782,19	11980,19	137373,2	94,335	67,841	519,697
124	102,696	12602,3	11944,89	137279,6	92,441	70,067	517,926
125	102,249	12739,41	11941,28	136952	93,873	66,414	521,068
126	103,678	13210,8	12163,2	139531,9	93,098	69,865	515,098
127	102,667	13005,95	12061,92	139504,5	93,552	67,354	517,748
128	103,153	12020,81	11725,15	131400,2	93,837	73,697	514,588
129	103,117	12501,15	11866,22	133002,9	99,365	69,758	512,639
130	102,624	12457,92	11877,71	133227	94,635	66,653	516,567
131	102,819	13066,65	12094,27	137223,8	93,452	65,543	518,06
132	102,046	13295,98	12136,78	139870,3	94,012	65,406	517,602
133	101,767	12910,6	12009,01	136661,5	92,923	68,142	515,178
134	102,458	12884,63	11991,49	138110,1	92,764	67,254	514,206
135	102,89	13144,58	12036,17	140944,9	94,007	66,904	512,221
136	102,593	13119,56	12070,02	138639,7	92,802	69,51	521,244
137	102,015	13172,09	12032,57	141044,5	94,583	69,1	513,192
138	101,784	12947,6	12029,32	138930,1	93,598	75,405	517,101
139	101,249	12339,38	11834,99	133962,9	95,419	77,553	518,416
140	102,005	13128,17	12071,4	140555,9	94,348	65,901	515,18
141	101,365	12741,74	11938,59	140166,5	92,645	66,086	517,113
142	103,853	12831,07	12009,35	136400,9	94,403	67,214	519,926
143	91,404	13634,76	12097,29	145165,4	83,286	56,02	521,529
144	86,403	13246,21	11859,22	143541,2	77,735	49,399	522,088
145	87,201	12494,4	11627,49	134547,7	79,293	56,414	518,144
146	86,528	12496,89	11611,25	136776,1	79,861	61,676	529,984
147	87,227	12790,44	11716,71	139490,4	79,482	57,265	526,117

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
148	86,829	13623,4	12051,49	144465,4	78,489	51,929	522,057
149	87,201	13551,97	11966,07	145892,9	80,973	53,439	525,002
150	87,268	13333,53	11905,61	143841,3	79,089	54,559	526,764
151	86,237	13053,8	11841,94	141618,7	79,43	59,967	519,743
152	86,845	13186,21	11860,28	143670,5	78,841	58,154	522,967
153	86,081	13334,43	11920,01	144405,9	80,336	57,423	528,591
154	86,856	13028,54	11826,32	141704,3	78,482	58,453	521,796
155	86,175	13233,62	11868,48	142925,3	79,845	57,83	516,458
156	86,382	12747,13	11717,27	139739,9	80,316	60,08	523,792
157	87,336	13022,66	11822,7	142994,3	79,078	59,872	521,745
158	86,878	13472,69	11995,52	143632,3	80,319	51,099	522,137
159	86,839	13501,57	12009,03	144630,1	78,441	59,172	523,441
160	86,828	13557,38	12027,17	144273,9	80,442	66,852	523,314
161	86,803	14016,67	12179,88	147216,8	80,923	47,795	516,743
162	86,51	13869,89	12127,32	146653,9	78,634	60,377	520,683
163	86,827	13512,39	11992,14	146022,3	79,854	69,636	521,05
164	86,868	11361,89	13441,75	140432,5	76,832	55,512	512,978
165	87,299	11429,71	13513,13	136531,7	82,576	62,758	511,56
166	86,169	11809,97	13878,56	142086,5	79,58	53,972	515,05
167	86,618	11699,69	13779,7	141038,8	78,141	49,803	514,197
168	86,348	11423,52	13517,99	138577,3	79,252	53,051	514,611
169	86,555	11433,85	13516	140353,9	82,827	54,293	518,416
170	86,554	11301,15	13367,29	138844,5	80,255	53,887	518,291
171	87,013	11645,78	13670,35	141876,9	78,156	52,833	515,361
172	86,506	12008,01	14050,71	144074,4	80,806	52,678	515,832
173	87,386	11928,87	13962,29	143896	79,41	56,244	514,374
174	87,233	11955,96	13952,08	143773,7	77,096	52,385	511,427
175	87,83	12022,08	14011,05	146298,6	79,587	48,857	514,755
176	87,182	11867,78	13886,19	144938,7	79,304	57,389	516,241
177	87,498	12044,89	14023,3	144249,6	77,843	54,861	515,77
178	98,458	11764,33	13755,4	141419,8	91,969	61,942	512,476
179	97,228	11126,13	13101,6	134621,4	88,161	68,493	513,85
180	96,879	11554,49	13561,09	138514	89,966	61,944	512,58
181	98,216	11557,32	13588,57	139646,5	88,264	62,999	509,429
182	98,193	11344,81	13347,14	139109,1	87,892	61,727	510,355
183	96,717	11050,77	13045,21	134901,9	90,103	71,592	513,115
184	98,332	11617,44	13602,53	140470,8	87,934	62,037	511,217
185	98,302	11480,78	13471,22	140705,7	86,932	60,412	510,402
186	97,112	11458,44	13453,54	140205	87,98	51,088	514,161
187	98,755	12067,91	14043,61	144548,2	86,935	56,902	512,697
188	98,374	11782,23	13741,33	142219,4	86,973	61,211	509,896

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
189	97,742	11570,46	13574,12	140050	88,555	61,493	512,079
190	98,336	12194,61	14134,45	145436	87,281	63,944	514,819
191	97,885	12092,72	14016,72	144093	88,659	61,095	511,529
192	97,691	12199,43	14156,07	144262,1	89,544	66,692	510,807
193	97,432	11726,19	13700,87	140683,8	87,265	64,026	506,79
194	95,958	11819,46	13764,22	140226,6	87,484	66,779	510,081
195	97,835	11503,64	13488,95	139096,9	88,052	61,267	510,541
196	98,337	11606,58	13621,79	137983	86,577	61,21	506,542
197	96,866	11831,75	13803,23	140102,7	86,757	61,13	511,954
198	98,008	12338,55	14315,36	145081	88,873	63,562	512,323
199	98,854	12074,86	14023,03	144686,7	87,442	62,396	510,217
200	97,345	11932,87	13899,55	142160	85,11	60,818	511,771
201	98,936	12121,03	14078,85	143594,3	89,554	64,825	513,28
202	98,573	12074,41	14036,96	143259,2	85,271	64,041	513,885
203	98,964	11697,83	13647,36	140784,9	88,689	63,536	510,584
204	99,912	11595,28	13550,7	140526,8	86,358	66,017	510,065
205	98,33	11432,02	13390,25	138653,9	87,202	63,576	512,205
206	98,74	11540,25	13488,85	137883,6	86,597	57,5	510,18
207	98,211	11565,83	13514,98	138999,4	88,688	64,577	510,734
208	97,861	11452,96	13392,25	138261,8	86,094	62,222	515,411
209	99,074	11636,31	13602,69	138886,6	90,689	66,93	508,799
210	99,789	11392,2	13350,06	136825	88,299	62,013	509,833
211	98,804	11718,31	13693,6	138775,1	86,089	56,912	509,906
212	74,983	11435,34	13298,73	140463	69,33	49,802	516,205
213	76,277	11789,63	13642,05	144611,1	68,768	47,572	516,355
214	75,814	11621,04	13507,12	142745	69,829	48,817	513,443
215	87,75	11413,08	13379,11	139938,4	76,456	68,888	511,239
216	88,657	11844,92	13758,63	144957,2	78,386	57,302	511,668
217	87,716	11498,7	13431,54	140055,9	79,044	60,694	515,242
218	87,517	11412,5	13321,09	138338,7	79,216	53,826	511,639
219	86,841	11589,2	13520,52	138964	79,58	58,878	516,601
220	98,686	10941,05	12947,32	131778,3	91,088	64,253	511,098
221	99,399	11117,24	13066,84	133547,1	86,86	64,742	513,332
222	98,751	11271,99	13172,76	136667,5	91,328	56,15	513,267
223	99,271	11396,3	13303,21	138415,8	87,791	57,434	516,049
224	98,741	11118,29	12947,75	136120,4	87,57	73,8	514,023
225	102,271	10934,03	12765,94	130934,3	94,967	66,952	509,579
226	102,763	11147,44	12970	131341	94,442	64,46	510,334
227	108,973	11797,52	13518,42	137702,7	92,679	67,893	513,231
228	114,977	11870,1	13719,5	140294,6	101,276	71,095	512,827
229	114,163	11259,25	13101,42	134868,9	100,929	73,508	505,827

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
230	114,503	10746,68	12620,55	124601,1	104,71	76,988	506,339
231	120,566	11172,84	13086,16	131972,7	106,678	70,389	506,488
232	114,254	11263,87	13135,45	133773,8	101,901	70,081	511,001
233	115,401	11524,47	13334,04	135784,2	102,516	74,247	508,598
234	115,002	11670,08	13503,87	137021,5	100,289	73,587	506,652
235	114,837	11410,12	13260,82	134497,3	101,362	76,741	511,802
236	114,742	10851,04	12691,21	127681,8	102,06	75,663	506,563
237	114,053	10739,82	12660,77	127813,5	104,068	76,026	510,746
238	114,04	10623,67	12594,51	126137,5	101,112	74,023	508,461
239	114,89	10949,25	12873,13	131289,5	102,788	74,558	510,214
240	110,497	11312,79	13223,68	136215	96,063	71,939	490,753
241	109,223	10926,86	12829,12	130382,5	96,662	74,389	513,059
242	108,312	10441,51	12306,83	123989,4	97,928	75,269	490,811
243	109,374	10164,96	12024,68	123038	98,138	70,94	494,296
244	109,001	10289,29	12221,24	123672,1	96,131	72,133	491,335
245	111,767	11560,53	13446,71	137512,6	98,032	76,261	489,517
246	111,175	10734,24	12598,75	133319,9	97,48	72,576	480,23
247	111,136	10287,56	12195,83	125306,7	95,656	68,766	480,443
248	111,506	10460,09	12342,23	121687,6	98,437	73,402	480,32
249	110,642	10260,56	12176,87	122501,9	96,954	69,786	500,793
250	111,194	10106,06	12037,93	119960,1	98,375	73,14	497,466
251	111,226	11026,68	12884,31	129493,6	99,682	71,922	499,911
252	112,581	10869,25	12737,26	129049,9	98,451	71,439	501,006
253	112,371	10336,8	12285,38	122360,8	97,65	79,614	501,283
254	112,629	10153,19	12070,48	119623	98,444	71,066	496,236
255	112,374	10241,06	12130,09	120504,4	97,338	70,736	497,72
256	112,032	10359,89	12337,99	121816,2	96,377	50,287	494,95
257	112,9	10840,9	12679,28	125208,4	98,325	73,991	494,964
258	114,17	11563,67	13405,84	135831,4	97,204	69,93	504,974
259	113,561	11801,28	13619,1	138923,6	103,133	72,734	505,389
260	112,932	11063,51	12919,42	132102,3	97,71	71,125	502,855
261	112,632	11072,87	12941,96	131299,5	97,233	67,323	502,538
262	113,617	11283,96	13131,61	133367,5	98,185	69,372	503,383
263	112,774	11339,08	13155,65	134076,2	96,932	70,033	502,967
264	112,907	11722,99	13546,54	138047,4	98,209	67,228	502,682
265	114,017	11610,28	13424,23	137752,5	98,372	69,319	502,581
266	113,361	11618,2	13437,38	137261,4	97,91	71,564	502,581
267	113,79	12176,92	13997,26	142849,4	97,633	69,02	503,317
268	114,284	12428,21	14233,48	144412,6	96,473	67,457	502,783
269	114,88	12407,03	14191,29	144411,7	95,963	68,289	502,907
270	113,836	12280,91	14070,44	143148,4	96,556	67,701	503,396

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
271	113,187	11630,64	13425,25	137626,9	95,871	67,148	503,177
272	113,804	11741,04	13515,76	138112,4	98,098	66,087	502,763
273	112,773	11600,85	13395,19	137081,4	94,825	71,611	502,724
274	112,852	11436,65	13228,94	133812,9	99,403	70,274	502,923
275	112,036	11436,02	13230,67	133505	97,956	69,872	503,377
276	113,467	11351,67	13128,32	133409,6	97,175	70,016	502,881
277	113,287	11457,6	13260,15	134406,4	96,025	70,16	502,963
278	113,918	11493,83	13242,7	134237,8	98,185	71,188	503,261
279	112,803	11528,31	13306,48	135650,3	98,43	68,421	502,998
280	113,276	11656,77	13420,28	136529,2	99,178	69,837	503,021
281	113,658	11962,32	13679,32	141067,8	96,285	68,066	502,641
282	113,481	11745,48	13523,86	140153,5	97,909	66,005	502,857
283	113,739	11365,98	13155,27	135815,4	97,33	68,609	502,455
284	112,595	11462,75	13253,39	136405,9	97,271	70,45	503,352
285	112,432	11963,05	13756,91	141182,9	96,757	68,631	503,108
286	112,897	11654,85	13498,25	138935,1	96,921	71,043	502,879
287	111,831	11342,51	13149,52	132872,2	97,712	72,384	502,835
288	112,789	11533,8	13355,45	136629,1	97,172	70,005	503,019
289	113,028	11204,5	13043,68	133405,4	98,868	69,792	502,982
290	113,172	11516,01	13350,34	136248,8	98,17	68,924	502,98
291	113,564	11567,5	13404,7	137073,9	97,51	69,385	502,353
292	113,013	11564,13	13416,38	137914,4	96,911	68,998	502,827
293	113,603	11525,01	13366,68	138046,5	96,167	68,949	503,089
294	113,162	11600,79	13472,11	138027	97,819	69,704	503,319
295	112,604	11318,07	13164,21	135037,6	96,118	69,852	502,273
296	112,382	11206,47	13050,57	132987,9	97,722	69,094	502,991
297	112,345	11165,71	12989,39	132354,1	99,154	69,566	503,131
298	112,211	11268,98	13117,62	132213,2	97,475	71,045	503,076
299	112,606	10740,32	12591,44	127113,1	95,343	70,009	502,229
300	112,219	10791,74	12619,27	127900,6	95,402	69,902	503,011
301	112,313	10644,18	12521,75	126391,1	96,042	71,176	502,591
302	112,618	10998,02	12889,29	129948,4	95,646	69,943	502,443
303	112,896	11232,54	13090,5	133902,3	95,002	70,08	502,972
304	113,013	11513,66	13329,57	137147,1	93,036	67,866	502,978
305	112,742	11363,29	13182,49	135532,1	94,598	69,137	502,748
306	84,694	12036,77	13983,78	148729,2	69,563	49,383	502,546
307	74,421	12177,1	14089,05	154288,9	54,544	36,407	503,053
308	74,182	11916,83	13820,89	154027,8	56,226	31,532	503,097
309	74,259	11098,78	13024,09	151885,9	52,966	35,786	502,413
310	73,558	10758,86	12633,88	151024,4	54,753	37,637	502,971
311	73,596	11948,6	13917,78	157328,2	56,237	37,59	502,908

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
312	73,179	11345,6	13351,24	151906,5	51,695	34,794	502,97
313	81,174	11396,68	13467,77	152796,4	55,396	43,423	502,842
314	101,859	10948,5	13085,34	145039,4	83,067	57,668	502,83
315	101,86	11086,5	13219,74	147351,6	80,552	56,488	503,08
316	101,913	10935,62	13000,21	145300	80,004	55,994	502,702
317	103,155	11568,42	13621,48	151801,8	81,787	57,076	502,839
318	103,025	11457,32	13424,73	154392,9	77,417	54,961	502,772
319	102,958	11505,45	13461,96	152154,8	79,481	55,631	503,448
320	87,229	11846,36	13737,98	157487,1	64,947	47,025	502,776
321	86,739	11675,42	13534,96	154502	65,473	47,664	502,926
322	86,636	11396,56	13207,02	153596,5	66,857	49,1	502,758
323	86,703	11496,59	13283,9	154449,6	66,373	49,16	502,797
324	86,349	11355,16	13139,58	154164,4	65,825	46,393	502,742
325	86,488	11536,59	13317,52	153983,8	65,93	45,894	502,748
326	86,843	11499,9	13289,3	155640,4	65,724	45,894	502,738
327	86,47	11398,49	13225,05	154210,9	65,275	46,202	502,665
328	86,142	11192,98	12994,59	152342,6	66,405	45,402	503,031
329	86,529	11624,92	13431,06	153838,4	66,438	44,684	502,734
330	86,445	11522,2	13296,77	156706,7	64,64	45,284	503,276
331	86,5	11381,68	13126,64	154301,4	65	44,757	503,016
332	86,801	11498,09	13262,97	154903,4	65,093	46,718	502,989
333	86,841	11347,16	13083,35	153934,3	65,524	47,311	502,925
334	86,238	11267,09	12975,23	152791,5	65,964	45,191	502,264
335	87,236	11857,94	13599,75	157209,1	65,918	43,746	502,701
336	86,839	11744,66	13447,78	155826	65,509	50,005	502,92
337	86,618	11675,67	13332,83	155801,3	64,981	48,083	502,733
338	86,893	11801,64	13412,06	156093	66,198	43,071	503,272
339	86,719	11723,06	13340,59	156276,1	63,737	46,326	503,06
340	86,468	11556	13133,53	154636,4	64,197	45,425	503,088
341	86,917	11736,67	13347,5	156331,1	65,537	47,39	502,745
342	86,739	11814,49	13457,28	156102,6	65,113	44,285	502,806
343	86,706	11595,59	13140,23	154670,6	65,14	45,057	502,902
344	87,092	12002,12	13596,17	159152,4	65,375	46,542	503,055
345	86,975	11933,47	13535,11	157585,9	64,86	42,668	502,811
346	86,207	11545,28	13119,61	154095,3	66,006	44,936	503,104
347	86,853	12012,47	13682,32	158799,9	66,674	45,714	503,397
348	86,654	11778,21	13450,87	157109,8	64,678	44,621	502,642
349	86,266	11744,47	13415,38	156925,6	65,174	45,297	502,859
350	86,703	11827,69	13533,28	157198,6	67,192	47,778	502,928
351	86,605	11767,78	13499,51	157690,4	65,072	42,655	502,588
352	86,216	11700,27	13430,75	157482,5	65,523	44,894	502,975

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
353	86,377	11747,04	13479,32	160417,3	64,322	43,451	502,673
354	86,046	11553,26	13281,08	157495,6	64,565	43,805	502,355
355	85,782	11626,12	13354,76	157057,7	64,265	44,474	502,791
356	86,571	11775,56	13531,48	158517,5	64,423	44,557	502,932
357	86,482	11448,06	13221,52	153999,1	65,107	44,673	502,818
358	85,801	11399,95	13199,92	145667,5	65,036	41,673	503,176
359	86,541	11829,5	13662,86	145905,9	64,866	43,689	502,876
360	85,559	11513,64	13304,2	143828,9	65,251	45,718	502,826
361	86,515	11576,79	13396,95	142260,1	63,183	42,634	503,291
362	86,679	11855,16	13715,43	143591,2	65,511	45,386	502,81
363	86,994	12118,24	14001,42	144016	64,439	45,849	502,782
364	92,67	12228,93	14426,79	236816	74,58	44,913	475,214
365	92,343	11628,88	13683,55	223665,4	77,111	53,919	499,681
366	93,038	11907,57	13928,46	230462	75,802	52,105	499,656
367	92,717	11991,04	14004,55	231007,8	77,769	52,838	499,706
368	88,974	12152,23	14086,93	240030,3	72,527	42,177	500,07
369	92,481	12489,64	14388,55	240578,5	75,448	52,315	500,142
370	92,705	12300,68	14181,09	236618,4	79,356	53,124	511,981
371	92,762	12151,43	13990,83	236375,3	74,143	49,666	512,008
372	92,846	12898,66	14777,45	249166,5	73,637	49,396	511,76
373	93,872	12546,44	14326,82	240680,1	77,348	50,587	512,343
374	92,71	11743,78	13398,48	213675	79,742	55,672	511,979
375	93,201	12137,88	13827,11	221124,4	78,893	55,812	512,233
376	93,168	11933,56	13583,15	218275,2	76,94	54,102	512,065
377	92,984	11685,61	13298,9	210373,4	76,277	50,308	511,952
378	93,083	11908,42	13582,86	215981,4	78,606	57,563	511,93
379	92,963	11680,99	13362,23	211969,1	78,022	60,208	511,42
380	93,126	11971,97	13632,58	215538,5	79,835	57,221	512,115
381	93,42	11854,27	13619,44	218501,4	77,946	54,33	511,823
382	93,214	11413,5	13174,22	206638	80,005	55,978	511,995
383	93,134	11921,98	13721,42	222747,9	77,258	50,464	511,905
384	93,668	12059,96	13796,19	219746,1	79,624	52,571	511,631
385	93,289	12242,64	14010,59	219042,7	80,766	56,762	512,011
386	92,742	12122,78	13784,2	220210,4	77,109	54,614	511,859
387	92,448	11914,48	13563,38	215958,6	78,471	56,404	511,936
388	92,324	11762,96	13424,48	211996,3	78,8	57,934	511,773
389	92,952	11885,95	13628,69	212857,6	78,792	57,981	512,149
390	93,474	12124,08	13813,78	216526,9	78,832	51,677	511,824
391	93,282	12047,9	13752,13	215734,3	76,28	55,444	511,926
392	93,283	12277,35	14121,86	221755,2	80,313	54,337	511,642
393	93,046	11396,67	13284,16	208598,9	78,745	53,009	512,204

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
394	92,991	11705,65	13459,82	211072,1	80,164	56,459	512,287
395	92,893	12141,95	13883,5	217382,1	81,054	58,244	511,909
396	93,426	12267,63	13989,46	222584,3	78,677	55,105	511,743
397	93,359	12057,13	13773,29	222036,3	76,876	53,046	511,651
398	92,643	11674,74	13243,07	211347,5	79,197	59,123	511,67
399	94,044	12015,13	13734,58	218109,6	78,35	51,896	511,748
400	94,331	11731,31	13504,46	214151,7	77,808	50,862	512,066
401	93,386	11931,05	13607,66	214428,9	80,898	57,006	511,596
402	93,775	12305,75	14014,45	224353,3	79,91	55,831	511,981
403	92,789	11712,01	13325,26	212351,3	79,101	55,459	512,046
404	92,847	12054,81	13705,36	217137,6	78,148	55,28	511,616
405	93,218	12258,77	13896,75	218705,8	78,426	56,211	511,849
406	92,864	11825,08	13430,3	214633,7	77,532	56,244	512,034
407	93,001	11875,81	13575,46	211248,7	78,388	58,693	511,726
408	92,737	11879,22	13564,37	212751,4	78,549	54,466	511,965
409	92,586	11487,81	13143,12	207345	79,792	58,063	512,029
410	93,002	11596,72	13211,38	211030,8	77,917	56,414	511,888
411	92,864	11791,97	13428,54	207978,7	80,832	58,262	511,821
412	92,136	11466,22	13046,28	206787	80,037	56,86	511,668
413	94,154	12207,44	13843,09	223177,3	78,15	55,035	511,958
414	93,773	12329,74	13993,84	218998,4	78,798	56,577	511,662
415	92,612	12203,07	13877,91	216791,7	79,527	51,981	512,238
416	93,471	12000,34	13645,04	218610,4	79,102	60,12	511,614
417	93,626	11975,14	13617,33	218782,5	78,363	54,526	512,079
418	93,227	11880,81	13518,73	217231,1	79,153	54,278	512,227
419	93,786	11961,51	13655,99	220249,9	78,888	55,988	512,373
420	93,359	11567,72	13247,01	215192,9	78,369	57,096	512,255
421	93,118	11708,76	13416,51	210656	82,651	55,48	511,975
422	92,529	11509,54	13147,46	213551,8	79,276	58,69	511,757
423	92,73	11636,14	13282,18	217241,2	78,446	58,09	511,857
424	92,843	11812,62	13494,86	215470,1	76,243	51,249	512,404
425	93,509	11468,99	13184,07	213905	77,502	46,49	511,814
426	93,321	11398,26	13080,72	211683,5	77,782	52,371	511,782
427	92,789	11487,14	13158,75	213655,6	78,667	56,003	511,93
428	93,219	11489,78	13219,24	215064,9	76,541	58,059	511,946
429	93,401	11348,94	13101,43	211404,4	79,581	58,83	512,113
430	93,585	11680,98	13440,2	218586,1	79,65	56,742	512,326
431	93,687	11759,57	13567,1	216839,7	80,243	57,726	511,87
432	93,419	11773,18	13550,95	217674	78,464	59,007	511,917
433	92,741	11457,58	13169,69	212493	77,978	60,348	511,854
434	92,856	11778,99	13504,29	212775,1	79,653	63,957	511,749

Инструментальная позиция	FI3012	FI3016	FI3020	FI3042	FI3044	FI3048	FIC3004
435	94,612	11950,91	13774,47	219281,1	78,437	67,347	512,216
436	91,379	12074,62	13968,06	210588,3	78,593	65,078	511,791
437	92,951	11943,12	13873,1	213865,6	85,428	58,145	511,554
438	93,004	12123,88	14036,45	218937,8	94,035	61,212	512,158
439	92,581	11771,43	13619,63	217156,6	90,371	50,87	511,33
440	93,066	11825,22	13769,06	219780,9	87,381	58,932	512,29
441	92,729	11891,38	13774,9	215793,3	87,408	58,676	511,601
442	92,938	11433,8	13292,77	212980,2	90,52	52,271	512,074
443	93,212	11601,91	13519,96	216508,1	90,301	55,868	512
444	92,941	11783,56	13714,43	215920,1	83,641	59,315	512,071
445	92,546	11572,25	13439,2	210793	85,601	64,173	511,676
446	92,841	11841,43	13804,23	217518,4	85,144	58,573	512,381
447	92,452	11629,11	13470,1	214762	89,097	57,232	511,488
448	92,486	11448,84	13323,02	212191	90,885	61,13	511,917
449	92,983	11670,03	13645,49	218647,2	86,033	60,281	512,082
450	92,775	11626,2	13508,39	215532,9	101,839	58,23	511,59

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
№\Ед. измерения	м3/ч	т/ч	т/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч
1	0,497	37,096	36,974	48,946	48,923	7,805	199,91
2	16,3	37,103	37,011	49,008	48,835	4,596	199,949
3	15,113	37,111	37,01	48,482	48,335	5,14	199,89
4	18,681	37,111	37,015	47,524	47,31	5,133	202,065
5	21,477	37,096	36,99	48,491	48,402	4,567	215,967
6	29,114	37,078	37,015	47,989	47,972	4,744	216,092
7	30,742	37,095	37,013	48,52	48,491	5,955	215,944
8	32,368	37,107	37,026	47,989	48,367	5,727	215,911
9	26,474	37,1	37,019	47,953	48,056	5,953	216,159
10	28,85	37,061	37,023	48,458	48,568	5,45	215,909
11	23,199	37,062	37,014	48,506	48,617	5,588	215,816
12	21,036	37,052	37,015	48,472	48,472	5,579	215,956
13	23,553	37,038	37,016	48,41	48,503	5,421	216,088
14	23,497	37,052	37,003	48,373	48,355	5,301	215,987
15	14,43	37,088	37,002	48,479	48,074	5,419	216,053
16	29,955	37,074	37,056	48,51	47,833	5,442	215,926
17	18,962	37,061	37,005	48,477	48,113	5,339	215,739
18	19,894	37,048	37,046	48,496	47,827	5,469	215,958
19	20,257	37,055	37,022	48,509	48,1	5,168	215,955
20	27,155	37,099	37,051	48,483	48,359	5,588	216,021
21	21,573	38,896	38,896	51,033	50,885	6,32	229,866
22	27,495	38,866	38,906	50,474	50,719	5,435	230,047
23	29,22	38,901	38,871	51,048	51,097	5,101	230,181
24	7,104	38,853	38,888	50,996	50,81	4,791	229,985
25	24,682	38,898	38,886	50,998	50,94	4,737	229,943
26	27,267	38,872	38,882	50,553	50,777	5,312	229,931
27	13,622	38,946	38,88	51,008	50,947	6,386	229,962
28	15,857	38,887	38,886	50,966	51,022	5,92	229,903
29	27,147	38,9	38,858	51,036	51,133	4,755	230,055
30	11,6	38,904	38,876	51,039	50,889	5,124	229,996
31	20,997	38,902	38,902	50,462	50,587	5,378	229,884
32	17,947	38,889	38,882	51,022	50,975	5,949	230,075
33	31,052	38,933	38,931	51,028	50,95	4,994	230,009
34	21,894	38,906	38,885	50,54	50,497	5,23	230,157
35	25,833	38,89	38,874	50,986	51,112	5,168	230,04
36	7,878	38,875	38,878	50,997	50,954	4,907	229,954
37	18,324	38,884	38,931	50,96	51,026	4,841	229,811
38	25,054	38,892	38,883	50,52	50,836	5,066	230,04
39	5,584	38,853	38,899	51,036	50,978	5	229,857
40	13,141	38,849	38,897	51,038	51,049	4,967	229,919

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
41	15,151	38,861	38,91	51,029	50,948	4,994	230,187
42	21,046	38,88	38,89	50,979	50,981	4,804	229,902
43	24,595	38,893	38,87	51,038	50,996	4,795	229,97
44	13,641	38,856	38,899	50,979	51,023	4,996	229,771
45	29,113	38,897	38,887	50,979	50,946	4,761	229,987
46	24,072	38,912	38,905	51,029	50,982	4,995	229,766
47	18,246	38,937	38,903	50,99	50,972	4,884	230,152
48	17,601	38,878	38,885	50,53	50,923	4,473	230,166
49	11,885	38,834	38,911	51,027	50,955	4,568	229,871
50	13,165	38,898	38,872	51,447	51,404	4,585	230,034
51	4,608	38,888	38,872	50,995	50,997	4,596	229,722
52	19,934	38,909	38,896	50,908	50,99	4,422	230,183
53	8,613	38,904	38,914	51,778	51,201	4,267	230,024
54	18,679	38,898	38,895	51,078	50,98	3,805	229,962
55	24,012	38,9	38,893	51,109	50,98	3,145	230,149
56	20,477	38,873	38,876	50,986	51,024	2,512	230,043
57	15,438	38,903	38,88	52,009	50,849	3,634	229,841
58	27,184	38,94	38,888	51,094	51,025	7,968	229,931
59	31,826	38,843	38,926	50,979	51,024	13,114	230,018
60	27,742	38,916	38,889	51,018	50,994	2,809	239,51
61	23,671	38,927	38,871	50,921	51,466	2,92	239,744
62	23,959	38,909	38,891	50,955	51,498	12,044	245,167
63	18,134	38,943	38,903	51,018	51,52	2,617	244,802
64	13,386	38,857	38,876	51,049	51,019	3,561	244,904
65	18,226	38,918	38,908	50,958	50,994	2,11	244,915
66	12,905	38,882	38,894	50,988	50,939	4,208	244,902
67	21,106	38,881	38,872	51,022	50,899	3,355	244,829
68	22,896	38,868	38,895	50,889	51,003	3,587	244,905
69	18,699	38,892	38,921	50,969	51,42	5,963	244,879
70	20,528	38,854	38,913	50,992	50,525	6,849	245,169
71	25,502	38,95	38,871	51,543	51,504	4,215	244,822
72	12,167	38,876	38,886	51,022	51,446	4,416	245,048
73	25,776	38,894	38,897	50,965	51,49	5,074	244,878
74	1,198	38,901	38,895	50,965	51,053	6,677	245,109
75	6,705	38,903	38,912	51,056	50,894	4,389	245,043
76	12,679	38,87	38,867	51,054	50,886	5,055	245,032
77	18,355	38,902	38,886	51,408	51,455	3,651	245,067
78	23,297	38,885	38,857	50,911	51,076	4,508	245,08
79	22,445	38,865	38,886	50,985	50,424	4,409	244,859
80	11,032	38,889	38,91	51,558	51,432	3,69	244,797
81	9,988	38,897	38,919	50,948	50,912	3,955	255,077

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
82	12,252	38,86	38,895	51,868	52,033	3,831	254,928
83	10,901	38,882	38,896	50,591	50,589	3,878	264,832
84	20,028	38,903	38,842	51,197	51,183	3,996	265,049
85	22,863	38,911	38,893	50,956	51,06	3,74	265,081
86	9,871	38,899	38,905	50,876	51,104	3,514	264,892
87	26,442	38,893	38,852	51,141	51,284	3,598	264,932
88	19,245	38,919	38,877	51,013	50,986	3,358	265,161
89	16,913	37,016	37,116	48,47	48,548	3,063	265,005
90	24,184	37,002	37,127	48,474	48,467	3,771	264,995
91	16,476	29,575	29,531	38,492	38,502	1,885	264,799
92	32,089	29,499	29,55	38,018	37,945	8,729	265,029
93	11,909	29,6	29,528	39,018	39,049	1,72	265,03
94	14,649	31,432	31,538	40,974	40,952	1,869	264,905
95	16,417	33,155	33,241	43,493	43,474	2,038	264,968
96	16,5	35,01	35,001	44,588	44,99	6,852	264,769
97	16,482	36,93	36,892	48,825	48,809	6,678	269,803
98	21,97	36,883	36,896	47,964	47,994	2,641	270,108
99	9,46	36,899	36,87	49,465	49,408	9,849	269,889
100	14,997	36,898	36,922	47,898	47,879	4,474	274,952
101	20,268	36,917	36,894	49,068	48,952	2,13	274,819
102	22,892	38,79	38,793	50,036	49,95	2,691	274,844
103	9,5	38,787	38,804	51,436	51,511	2,237	280,145
104	13,283	38,806	38,779	49,969	49,969	3,098	279,933
105	16,712	38,793	38,789	50,49	50,979	3,371	279,949
106	22,337	38,741	38,792	50,503	50,925	2,212	279,964
107	18,979	38,779	38,809	50,927	50,968	2,115	279,952
108	15,871	38,752	38,768	51,46	51,467	2,27	280,008
109	25,124	38,791	38,767	49,432	49,982	1,41	279,852
110	18,876	38,809	38,828	50,918	50,987	2,1	279,944
111	16,902	38,794	38,818	51,058	50,475	7,586	280,205
112	17,182	38,793	38,807	50,907	51,481	4,664	279,944
113	26,979	38,871	38,785	50,734	50,769	4,919	279,886
114	9,293	38,737	38,797	50,948	51,97	4,176	280,138
115	14,001	38,769	38,797	50,962	51,011	4,744	279,961
116	14,296	38,814	38,8	51,074	51,383	5,968	279,858
117	21,864	38,794	38,79	50,985	51,04	5,511	279,988
118	18,101	38,788	38,801	51,042	51,048	4,332	280,214
119	30,172	38,816	38,811	50,881	51,05	4,378	279,77
120	16,382	38,752	38,82	50,964	50,94	2,381	280,217
121	22,589	38,82	38,805	50,594	50,435	4,496	279,999
122	9,339	38,818	38,813	50,968	50,985	6,003	280,078

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
123	8,564	38,822	38,815	50,956	50,984	3,4	279,967
124	14,726	38,814	38,805	51,066	49,946	4,057	280,027
125	8,181	38,751	38,822	50,921	51,066	3,78	279,893
126	9,97	38,831	38,804	51,441	50,96	4,699	280,004
127	14,623	38,807	38,8	50,96	50,936	4,274	279,874
128	22,786	38,792	38,791	50,545	50,056	4,367	279,869
129	20,455	38,807	38,8	51,347	51,546	4,603	279,858
130	19,683	38,792	38,77	50,064	51,012	4,995	260,021
131	12,936	38,793	38,805	50,955	51,016	5,194	260,07
132	9,728	38,769	38,802	51,011	51,022	3,993	260,061
133	22,844	38,808	38,789	51,043	50,924	5,409	260,075
134	15,162	38,783	38,801	50,476	50,027	5,988	259,979
135	15,247	38,817	38,794	50,919	51,02	2,141	259,964
136	1,595	38,827	38,823	50,967	50,88	2,582	260,113
137	11,955	38,817	38,79	51,068	51,053	5,886	259,899
138	18,534	38,84	38,793	50,451	50,517	8,677	259,931
139	12,245	38,763	38,808	50,9	51,034	2,226	259,914
140	2,764	38,814	38,794	50,906	50,986	4,511	259,823
141	25,119	38,73	38,816	50,043	50,484	4,093	259,938
142	20,06	38,785	38,79	51,072	50,924	5,526	260,121
143	11,802	34,98	34,99	43,971	44,478	4,25	259,903
144	26,581	33,253	33,494	42,94	42,919	3,902	259,918
145	34,518	33,253	33,492	43,036	43,524	6,858	259,995
146	9,902	33,209	33,506	42,981	43,538	4,993	260,151
147	14,239	33,229	33,29	43,501	43,536	3,384	260,017
148	3,151	33,174	33,321	43,449	43,532	7,228	259,8
149	8,229	33,156	33,3	43,459	43,501	3,985	259,799
150	16,537	33,163	33,282	43,462	43,472	8,015	259,922
151	16,522	33,176	33,282	43,495	43,434	2,368	260,138
152	15,564	33,234	33,279	43,022	43,015	5,3	259,963
153	8,734	33,199	33,291	43,978	43,005	5,2	259,748
154	18,253	33,138	33,281	44,023	42,975	3,623	260,132
155	22,744	33,191	33,301	42,972	42,933	3,895	260,058
156	16,092	33,187	33,302	43,009	44,039	4,845	260,022
157	14,435	33,201	33,288	42,992	43,035	2,232	260,114
158	8,565	33,187	33,288	43,274	43,265	6,579	260,065
159	14,929	33,187	33,285	43,288	43,27	4,825	264,905
160	16,56	33,176	33,285	43,299	43,361	2,589	264,897
161	15,347	33,215	33,308	43,271	43,352	1,992	274,993
162	13,802	33,176	33,271	42,971	42,998	5,235	274,772
163	13,003	33,211	33,313	43,005	43,039	5,205	278,595

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
164	1,294	32,709	32,987	42,969	42,995	2,03	280,072
165	19,866	32,915	33,187	45,006	44,977	2,218	280,083
166	22,77	33,13	33,182	42,969	43,979	1,997	284,952
167	27,268	33,235	33,188	42,985	43,021	2,884	284,889
168	29,739	33,304	33,191	42,923	42,97	4,352	284,866
169	22,41	33,089	33,184	43,271	43,329	4,057	285,059
170	6,942	33,181	33,213	43,294	43,285	4,649	285,027
171	12,402	33,157	33,182	43,303	43,282	5,134	285,191
172	10,378	33,281	33,222	44,079	43,283	3,77	285,052
173	11,831	33,299	33,219	43,459	43,287	2,963	285,023
174	20,474	33,151	33,198	43,21	43,284	4,337	290,051
175	11,528	33,287	33,174	43,264	43,314	2,225	289,911
176	16,815	33,224	33,178	42,826	42,991	3,944	289,887
177	11,37	33,376	33,179	43,307	43,288	6,699	290,118
178	1,92	37,034	37,013	48,647	48,968	2,002	290,887
179	19,352	36,914	36,974	48,003	47,97	2,543	293,072
180	13,372	36,99	36,986	49,026	49,498	3,847	292,961
181	17,037	37,255	36,995	47,939	47,983	4,902	344,832
182	12,649	36,886	36,997	47,949	47,962	4,225	344,909
183	0,706	36,847	36,978	48,457	48,563	2,296	340,029
184	9,174	36,924	36,983	47,942	48,028	3,983	339,734
185	13,551	37,023	36,956	47,985	47,993	3,979	339,694
186	4,649	37,499	36,978	48,434	48,477	10,847	340,034
187	12,433	36,957	36,999	47,969	47,98	4,412	339,966
188	23,798	36,628	37,037	47,971	48	4,169	339,708
189	13,552	36,792	36,987	48,063	48,999	3,309	340,146
190	0,801	36,844	37,022	48,02	47,989	3,447	339,98
191	14,275	36,737	36,963	47,964	49,005	3,08	340,07
192	16,086	36,903	37,014	48,053	48,48	4,53	339,844
193	32,548	36,672	36,999	47,991	48,001	3,886	339,951
194	23,433	36,952	36,942	48,059	48,04	8,782	339,948
195	16,949	36,855	36,988	48,477	48,49	4,501	339,949
196	25,245	36,835	36,961	48,459	47,994	5,975	339,81
197	7,518	36,886	36,991	48,502	47,923	5,669	339,843
198	12,594	36,788	36,974	48,485	48,42	5,44	339,853
199	17,211	36,855	36,971	48,541	48,554	8,251	340,092
200	13,569	36,719	37,027	47,945	48,073	8,563	340,045
201	5,387	36,831	36,967	47,991	48,985	5,612	340,2
202	6,342	36,835	36,987	48,437	48,49	5,12	340,034
203	14,904	36,939	37,037	48,487	48,005	4,342	343,07
204	19,735	36,9	37,007	47,49	47,974	4,295	344,897

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
205	17,551	37,029	37,005	48,514	48,497	4,476	345,089
206	28,162	36,839	36,995	48,516	48,486	3,677	344,98
207	17,918	36,994	36,977	47,988	47,935	2,428	345,019
208	7,633	37,041	37,006	47,962	48,042	5,279	345,186
209	28,986	36,753	37,011	48,474	48,457	5,96	344,771
210	26,445	37,017	36,975	48,432	48,069	5,005	345,051
211	27,208	37,078	37,001	48,5	48,484	4,783	344,996
212	23,902	29,236	28,969	37,908	38,026	15,026	345,138
213	15,427	29,02	29,084	37,542	37,982	7,783	345,018
214	18,006	29,111	29,081	37,994	38,006	7,943	344,988
215	27,412	33,015	33,17	43,564	43,502	12,37	344,881
216	14,315	32,863	33,189	43,509	43,492	3,498	344,839
217	12,712	32,944	33,182	44,022	43,96	4,061	344,909
218	25,849	32,934	33,157	43,512	42,96	2,418	344,929
219	12,994	32,858	33,142	42,961	42,991	2,239	344,984
220	17,143	36,84	36,983	48,544	49,013	4,01	344,969
221	17,56	36,819	37,029	48,034	47,972	3,569	344,961
222	23,022	37,268	36,998	48,939	49,006	2,099	344,857
223	7,105	36,856	37,028	46,971	48,01	3,142	344,913
224	13,313	36,889	37,022	47,995	47,995	2,371	344,642
225	25,152	38,33	38,996	51,251	51,202	3,573	344,867
226	19,24	38,333	38,976	51,009	50,947	3,283	344,994
227	0,94	39,911	40,87	54,068	54,012	8,939	344,719
228	9,318	42,237	42,529	55,29	55,277	3,348	344,996
229	28,194	42,16	42,542	55,492	55,053	4,952	345,027
230	21,307	42,206	42,538	55,962	55,999	3,703	345,239
231	17,459	44,088	44,409	57,911	58,027	3,368	344,869
232	1,942	42,564	42,512	55,45	55,455	3,171	344,897
233	16,718	42,391	42,571	56,011	56,005	4,197	344,89
234	26,172	42,495	42,534	55,946	56,044	4,231	344,84
235	0,972	42,295	42,528	55,466	55,964	5,869	344,871
236	23,958	42,52	42,532	56,05	55,929	3,461	344,814
237	16,195	42,485	42,573	54,981	56,001	2,914	344,861
238	23,306	42,368	42,582	54,934	56,016	2,965	345,016
239	9,325	42,573	42,558	55,908	56,04	3,762	344,832
240	9,844	40,539	40,745	52,983	52,991	5,077	344,997
241	12,848	40,566	40,767	52,993	52,995	2,758	345,034
242	19,457	40,541	40,757	53,498	53,463	5,641	344,971
243	8,364	40,479	40,79	53,007	52,986	3,808	344,961
244	22,444	40,762	40,721	53,04	52,926	4,203	345,277
245	17,4	40,642	40,728	53,489	53,961	6,309	344,859

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
246	15,223	40,488	40,822	52,974	53,009	3,354	344,935
247	14,534	40,589	40,747	52,967	53,001	3,781	344,902
248	15,973	40,88	40,757	53,471	53,441	3,208	344,91
249	12,06	40,646	40,736	52,507	52,516	2,844	345,071
250	28,642	40,796	40,717	53,027	53,002	4,554	344,829
251	12,871	40,51	40,767	53,983	53,973	3,991	344,947
252	13,054	40,647	40,728	53,5	53,545	3,499	345,005
253	4,427	40,777	40,744	52,977	52,99	7,303	344,991
254	28,127	40,596	40,776	53,471	53,524	3,008	344,759
255	21,616	40,724	40,753	53,23	53,191	2,96	344,939
256	29,52	40,561	40,723	53,013	53,052	5,014	344,937
257	9,635	40,744	40,776	53,51	53,462	10,157	344,752
258	12,795	40,664	40,758	52,946	53,984	6,814	344,931
259	16,006	40,546	40,75	53,433	53,453	3,35	345
260	28,576	40,481	40,743	53,452	53,52	6,833	345,022
261	15,614	40,691	40,793	53,458	53,519	4,972	344,953
262	20,922	40,57	40,784	53,972	53,514	6,182	344,977
263	23,567	40,53	40,777	53,431	53,484	8,506	345,027
264	21,425	40,503	40,722	53,483	53,493	7,517	344,863
265	21,043	40,585	40,747	53,965	53,968	10,479	344,783
266	17,985	40,562	40,705	53,478	53,5	12,026	344,915
267	20,489	40,672	40,772	53,499	53,473	9,021	345,03
268	21,671	40,607	40,762	53,82	54,025	6,69	344,8
269	24,895	40,357	40,809	53,464	53,483	9,779	344,869
270	19,551	40,738	40,723	53,498	53,482	3,49	345,074
271	28,427	40,722	40,758	52,926	53,459	7,012	344,927
272	28,826	40,642	40,679	53,509	53,962	6,521	344,98
273	16,586	40,579	40,748	52,993	53,004	5,007	344,874
274	25,604	40,392	40,752	54,461	54,491	5,983	344,967
275	32,439	40,655	40,713	53,494	54,027	5,712	345,042
276	21,985	40,596	40,734	53,519	53,529	4,503	344,928
277	21,938	40,673	40,732	53,508	53,483	6,492	344,977
278	27,63	40,579	40,741	54,081	53,418	7,489	344,837
279	18,228	40,718	40,727	53,518	53,483	3,033	344,869
280	13,414	40,692	40,776	53,979	54,006	3,48	345,172
281	23,863	40,687	40,769	53,946	52,934	5,524	345,12
282	17,222	40,54	40,742	53,453	53,534	4	344,868
283	30,065	40,746	40,758	53,459	53,528	4,007	345,187
284	25,382	40,466	40,748	53,475	53,528	4,999	344,986
285	11,269	40,653	40,717	53,518	53,516	4,985	345,176
286	19,926	40,688	40,787	53,192	52,948	5,503	344,742

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
287	31,554	40,713	40,785	53,475	53,487	4,544	344,821
288	10,032	40,568	40,745	53,987	53,454	4,191	344,809
289	12,022	40,591	40,723	53,431	53,507	4,202	345,022
290	22,1	40,565	40,751	53,515	53,505	7,982	344,85
291	8,803	40,532	40,788	53,527	53,472	3,916	345,107
292	8,481	40,684	40,764	53,49	53,551	4,301	344,785
293	24,632	40,496	40,74	52,97	53,012	6,011	345,142
294	12,644	40,683	40,729	53,518	53,532	4,486	345,226
295	13,377	40,532	40,76	52,999	53,487	3,805	345,056
296	9,866	40,552	40,758	52,942	53,042	3,976	344,915
297	8,928	40,611	40,749	53,464	53,435	3,204	345,001
298	7,198	40,444	40,738	53,964	53,526	3,987	344,802
299	36,563	40,55	40,794	53,082	52,952	3,519	345,101
300	14,032	40,617	40,772	53,483	53,469	2,748	345,041
301	19,559	40,909	40,694	53,526	53,454	4,811	344,852
302	19,508	40,509	40,791	53,519	53,538	3,962	345,036
303	14,725	40,586	40,688	54,034	54,006	5,975	344,764
304	16,698	40,686	40,745	52,962	53,014	8,621	344,951
305	15,252	40,562	40,712	52,99	53,008	13,024	344,97
306	27,617	30,494	30,531	39,013	38,98	13,98	344,899
307	38,641	26,487	26,449	30,942	30,978	23,96	344,693
308	21,029	26,473	26,394	30,925	31,002	15,978	344,852
309	39,065	26,498	26,418	29,967	30,024	21,024	344,897
310	42,239	26,746	26,665	29,97	29,98	25	345,085
311	29,419	26,276	26,661	29,698	29,683	22,513	344,974
312	13,898	26,275	26,406	29,461	29,495	23,996	344,975
313	15,226	29,328	29,483	31,371	31,404	25	344,974
314	34,29	36,476	36,902	44,032	44,005	20,679	344,98
315	27,817	36,799	36,948	43,926	43,933	21,735	344,965
316	15,271	36,814	36,972	43,997	43,989	19,991	345,009
317	26,773	36,675	36,936	44,026	43,99	11,179	344,724
318	22,37	36,725	36,942	42,486	42,515	10,944	344,974
319	25,547	36,813	36,915	43,479	43,497	11,863	344,788
320	31,659	30,843	31,007	35,967	35,001	15,11	344,931
321	31,905	31,214	30,99	36,301	36,004	18,426	344,959
322	30,344	31,026	30,972	35,979	35,985	19,115	344,8
323	21,903	31,007	30,995	36,522	36,001	16,193	344,849
324	19,531	30,964	31,011	35,991	35,967	21,368	345,027
325	20,651	30,937	31,018	36,479	36,486	22,907	344,794
326	14,182	30,92	30,984	35,981	35,997	20,605	345,075
327	23,699	30,992	31,019	36,006	35,984	21,609	345,167

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
328	30,116	30,884	31,004	36,008	35,994	22,722	345,15
329	25,344	30,926	30,947	35,996	36,02	19,774	344,969
330	28,072	30,893	30,984	35,998	34,989	18,638	344,959
331	17,28	30,971	30,97	36,45	35,996	20,052	344,828
332	7,302	30,896	30,962	35,97	35,991	16,264	345,012
333	7,22	31,012	30,98	36,021	35,968	18,665	345,033
334	16,232	30,877	30,987	35,992	36,27	20,209	344,84
335	10,823	30,913	30,999	35,953	36,009	13,768	344,854
336	9,469	30,921	30,968	35,989	35,971	15,148	344,915
337	14,154	30,996	30,988	35,985	35,955	18,106	345,102
338	14,075	31,012	30,982	36,003	35,982	16,018	345,179
339	12,678	30,816	30,964	34,986	35,479	18,56	344,851
340	16,586	30,876	31,004	35,981	35,984	17,629	344,972
341	11,107	30,858	30,979	35,977	35,98	16,07	344,795
342	15,541	30,783	31,018	35,969	35,999	16,05	344,716
343	16,624	30,754	30,979	36,02	36,009	17,513	345,138
344	7,822	31,075	31,009	35,48	36,007	13,442	344,936
345	11,262	30,991	31,002	35,486	35,997	13,852	345,013
346	12,058	30,906	30,979	35,998	36,001	18,526	345,056
347	15,933	30,969	31,032	35,703	35,673	17,576	344,962
348	22,395	30,814	31,035	35,677	35,679	18,617	345,007
349	29,93	30,823	31,014	35,981	35,992	19,886	344,91
350	19,457	30,978	30,965	35,992	35,981	13,275	345,031
351	22,632	31,029	30,963	35,716	35,981	14,846	345,259
352	30,238	30,916	30,971	35,506	35,48	21,507	345,065
353	30,46	30,938	30,977	34,481	34,53	15,215	345,026
354	29,834	30,896	31,008	35,275	35,28	17,137	345,019
355	8,642	30,872	30,992	34,997	34,98	18,645	344,999
356	9,807	30,888	31,007	35,505	35,511	13,357	344,911
357	27,781	30,906	30,989	36,278	36,29	11,882	345,157
358	30,184	30,844	30,992	35,422	34,997	15,374	344,734
359	35,261	30,978	30,975	35,033	36,007	16,849	344,899
360	38,479	31,059	30,979	35,738	35,787	19,66	344,97
361	26,687	30,868	30,997	34,989	34,947	19,32	345,158
362	25,254	30,961	30,97	36,008	35,999	14,878	344,801
363	31,58	30,841	30,984	35,474	36,01	13,204	345,173
364	12,518	33,323	33,459	40,293	39,055	14,598	344,881
365	7,033	33,26	33,543	42,583	39,479	10,384	344,915
366	18,994	33,5	33,496	40,486	40,502	10,759	345,097
367	26,273	33,419	33,47	41,521	41,971	14,205	345,021
368	9,378	33,443	33,503	40,534	40,474	14,925	344,903

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
369	31,45	33,414	33,489	40,509	40,507	13,825	345,055
370	2,189	33,464	33,491	42,499	42,501	16,53	344,941
371	21,892	33,452	33,502	39,978	40,003	14,078	344,959
372	25,026	33,397	33,497	40,004	40,013	10,805	345,004
373	6,949	33,395	33,483	41,971	42,039	9,487	344,936
374	15,807	33,306	33,484	43,476	43,984	5,626	345,041
375	10,37	33,506	33,479	43,997	44,019	7,056	344,899
376	11,807	33,363	33,451	43,009	42,961	6,076	344,85
377	18,638	33,328	33,543	43,511	44,007	10,09	344,909
378	18,304	33,542	33,468	43,48	43,521	7,721	345,141
379	24,374	33,37	33,457	43,012	42,973	8,278	344,907
380	13,539	33,477	33,48	43,997	44,02	10,773	345,091
381	24,139	33,317	33,476	42,993	43,02	14,187	345,012
382	15,749	33,353	33,411	44,003	44,037	14,826	344,89
383	21,993	33,323	33,438	42,514	42,488	17,487	344,963
384	8,919	33,604	33,451	43,989	43,992	12,117	344,929
385	16,004	33,527	33,493	44,011	44,024	9,275	345,062
386	29,814	33,081	33,224	43,019	42,01	9,06	344,936
387	10,736	33,28	33,203	43,514	43,943	7,434	335,088
388	22,627	33,354	33,194	43,496	43,512	5,094	334,86
389	26,773	33,533	33,176	43,007	43,998	8,337	335,029
390	16,543	33,393	33,172	43,467	43,453	4,773	339,877
391	18,099	33,446	33,23	43,473	43,516	5,192	339,928
392	1,763	33,254	33,205	43,477	44,008	15,141	340,012
393	21,895	33,286	33,195	43,008	42,996	13,14	340,106
394	10,639	33,344	33,215	43,992	44,034	10,857	339,847
395	15,649	33,333	33,206	44,028	44,508	5,999	339,997
396	10,863	33,436	33,178	43,715	44,004	5,77	339,841
397	23,928	33,36	33,214	42,984	43,019	5,952	345,084
398	21,649	33,433	33,198	43,486	43,461	5,739	345,041
399	36,19	33,384	33,196	43,503	42,981	6,298	345,046
400	30,102	33,361	33,177	43,494	44,003	8,803	345,021
401	22,935	33,304	33,194	44,517	44,015	6,377	345,004
402	13,665	33,367	33,211	43,484	44,041	5,955	345,058
403	9,34	33,308	33,176	44,004	43,993	7,421	344,955
404	15,145	33,381	33,163	42,984	43,006	5,777	345,007
405	7,115	33,348	33,17	43,976	44,004	6,174	344,957
406	14,867	33,336	33,196	43,213	43,508	4,771	345,043
407	22,109	33,383	33,195	43,969	44,01	4,178	345,045
408	18,149	33,39	33,272	42,999	43	4,81	345,127
409	25,614	33,328	33,192	44	43,456	5,133	344,902

Инструментальная позиция	FIC3006	FIC3014	FIC3018	FIC3040	FIC3041	FIC3046	FIC3049
410	33,491	33,329	33,151	42,995	42,996	6,652	345,097
411	20,183	33,419	33,175	43,983	44,511	5,847	344,815
412	15,427	33,36	33,152	43,972	44,019	6,646	344,742
413	11,891	33,478	33,156	43,484	43,447	5,884	344,938
414	16,942	33,285	33,247	43,983	43,99	5,55	345,212
415	20,792	33,354	33,187	44,037	43,922	4,25	344,722
416	21,868	33,409	33,153	43,513	44,025	4,727	345,043
417	20,844	33,303	33,2	43,467	43,988	6,24	344,9
418	25,887	33,266	33,203	43,46	43,497	5,973	344,802
419	24,723	33,282	33,204	43,971	43,438	5,844	344,931
420	8,599	33,287	33,176	42,962	42,971	7,303	344,866
421	9,653	33,528	33,139	45,021	44,984	6,631	344,975
422	15,427	33,337	33,209	43,513	43,537	4,912	344,898
423	15,269	33,26	33,197	43,46	43,966	5,017	345,014
424	24,69	33,275	33,196	44,014	43,996	4,583	344,98
425	23,071	33,418	33,155	43,503	43,478	5,535	345,071
426	20,098	33,322	33,246	43,473	44,006	11,564	344,875
427	17,981	33,223	33,204	44,021	43,955	8,185	345,177
428	26,052	33,258	33,191	42,973	43,473	11,565	344,77
429	20,048	33,465	33,222	43,981	43,961	13,917	345,21
430	22,194	33,328	33,185	43,503	43,492	13,541	344,967
431	20,131	33,403	33,191	44,001	44,511	10,954	345,076
432	11,716	33,309	33,194	43,946	43,493	8,914	344,928
433	19,283	33,339	33,198	43,664	43,446	4,479	345,238
434	6,095	33,372	33,162	44,007	44,01	4,208	350,158
435	33,027	33,307	33,237	44,011	42,984	3,814	349,676
436	36,573	33,446	33,157	43,996	42,989	8,96	349,801
437	19,421	33,269	33,185	43,982	43,629	6,034	350,081
438	17,057	33,407	33,135	44,024	43,571	6,119	349,93
439	24,471	33,442	33,129	43,508	43,515	5,059	350,096
440	18,161	33,303	33,182	43,991	43,994	5,013	350,078
441	20,22	33,216	33,158	43,502	43,508	5,033	349,926
442	19,539	33,309	33,209	43,498	43,567	2,122	349,998
443	13,042	33,493	33,229	43,972	43,95	3,597	350,403
444	20,335	33,444	33,215	43,487	43,414	5,609	350,005
445	19,65	33,348	33,21	43,98	43,966	3,596	349,784
446	16,77	33,398	33,131	42,994	43,614	3,146	349,709
447	17,985	33,361	33,202	43,496	43,588	3,941	349,725
448	31,492	33,295	33,192	43,957	44,038	3,299	350,002
449	17,523	33,352	33,213	43,458	43,507	5,038	349,679
450	14,294	33,376	33,149	43,946	43,809	2,541	349,92

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LI4019	TI1015
№\Ед. измерения	%	%	%	%	%	%	град. С
1	97,035	46,653	44,749	-1,267	64,048	49,872	42,119
2	96,396	47,124	44,78	-1,274	58,651	49,797	27,196
3	96,737	35,085	45,048	-1,268	58,345	50,107	26,64
4	95,66	42,76	44,83	-1,272	60,734	49,595	28,968
5	96,035	56,325	44,641	-1,275	63,001	49,688	27,299
6	95,924	46,832	44,703	-1,18	60,812	50,16	25,151
7	95,799	49,664	44,748	-1,272	62,77	50,138	29,698
8	96,218	41,637	44,922	-1,274	62,496	49,624	29,057
9	95,634	50,919	44,943	-1,252	61,884	49,552	25,219
10	96,653	58,17	44,843	-1,28	61,621	50,135	31,935
11	96,232	40,815	44,899	-1,271	62,738	49,895	31,454
12	95,778	61,617	44,88	-0,676	61,891	50,36	28,239
13	96,551	53,307	44,921	-0,949	63,6	49,981	33,763
14	96,171	41,875	44,985	-0,229	59,768	49,961	31,986
15	95,738	46,423	44,894	0,719	62,323	49,957	28,415
16	96,74	44,017	44,887	1,267	61,433	50,044	32,036
17	96,507	46,888	44,976	2,154	59,152	50,002	28,418
18	96,558	50,84	44,795	1,938	59,408	50,032	33,345
19	95,973	59,377	44,984	2,555	62,322	49,999	30,329
20	95,584	66,829	45,023	2,897	49,232	49,794	25,455
21	94,677	64,723	45,017	2,363	60,603	49,53	29,296
22	94,409	54,874	44,912	2,985	63,595	49,884	27,809
23	94,423	57,286	44,732	3,384	62,489	50,044	26,398
24	95,575	56,887	44,82	2,866	61,265	49,874	31,761
25	95,593	55,553	44,669	3,244	61,465	49,704	29,604
26	94,469	53,359	44,83	3,598	61,891	51,656	26,323
27	95,415	49,801	44,74	3,013	62,022	49,92	32,07
28	94,911	60,38	44,692	3,41	60,022	49,966	31,843
29	95,396	56,109	44,917	3,743	60,406	50,104	29,326
30	96,297	52,633	45,065	3,115	60,948	49,922	33,267
31	95,751	47,271	44,917	3,574	61,671	49,909	29,862
32	95,578	53,433	44,66	3,959	55,798	50,01	26,775
33	95,412	44,129	44,816	3,266	51,992	49,418	33,229
34	95,634	58,277	44,885	3,56	58,254	50,008	32,303
35	95,088	49,538	45,064	3,865	56,599	50,219	29,686
36	96,147	58,403	44,925	3,551	54,734	49,838	32,971
37	95,424	53,285	44,961	3,746	52,971	49,876	32,621
38	95,73	53,956	45,002	4,246	53,231	49,818	28,075

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
39	96,062	57,097	44,948	3,744	56,151	50,067	33,812
40	96,225	47,482	45,091	3,961	55,066	50,077	32,907
41	95,726	50,8	44,81	4,601	55,296	49,948	29,455
42	95,569	48,281	44,686	5,106	53,594	49,85	32,526
43	95,883	49,56	44,749	5,551	55,584	49,983	31,486
44	95,402	45,487	44,828	6,121	56,008	49,897	29,882
45	95,969	42,184	44,821	6,596	61,815	49,847	33,462
46	96,505	39,995	45,024	6,89	63,298	49,922	33,351
47	96,061	53,406	45,073	7,501	58,609	49,993	28,8
48	97,403	50,001	45,108	7,992	58,117	49,932	35,86
49	96,054	63,972	44,889	8,486	62,576	50,04	35,82
50	97,245	54,599	45,156	8,991	61,844	50,104	33,792
51	96,695	55,134	44,973	9,595	62,068	50,068	37,745
52	96,736	55,492	45,008	9,823	60,961	49,938	35,544
53	97,348	66,716	45,16	10,419	63,173	50,338	33,588
54	97,765	53,547	44,87	10,91	65,025	49,986	36,739
55	96,819	46,832	44,893	11,275	62,517	50,014	35,043
56	96,286	60,254	45,136	11,702	61,444	49,945	31,188
57	96,382	58,239	44,894	12,06	63,067	50,116	32,996
58	94,407	39,239	45,041	12,599	62,235	50,384	32,701
59	92,313	53,356	44,814	13,141	62,745	50,006	31,198
60	96,379	64,091	45,087	13,725	58,76	50,092	37,269
61	96,327	63,341	44,625	14,064	60,48	50,008	35,513
62	95,353	56,06	45,107	14,613	61,08	49,805	32,792
63	97,33	50,704	44,765	15,425	60,7	50,04	37,947
64	96,421	50,506	44,932	15,856	61,735	50,064	36,762
65	96,772	48,622	45,169	16,394	60,895	50,035	34,991
66	96,669	49,732	44,915	17,042	63,666	49,993	39,522
67	95,491	46,56	45,126	17,398	57,429	49,956	35,141
68	94,829	48,183	45,278	18,326	59,636	49,965	33,113
69	96,909	54,824	45,072	18,949	61,158	50,031	36,816
70	96,88	47,433	44,97	19,64	63,556	49,96	35,897
71	94,681	63,412	44,92	20,516	59,962	49,804	34,107
72	97,52	47,162	44,764	21,093	63,683	49,936	38,547
73	97,163	37,885	44,631	21,692	59,127	49,929	37,584
74	97,877	56,916	44,952	22,335	62,053	50,046	35,2
75	96,893	70,62	44,87	23,127	58,365	49,925	40,8
76	96,455	74,341	44,998	23,597	58,007	49,943	40,337
77	96,886	43,17	44,657	24,204	57,691	50,014	37,732
78	96,541	49,224	45,007	25,135	59,323	49,906	38,432
79	96,075	66,492	45,047	25,696	63,68	49,885	35,506

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
80	96,432	47,459	45,209	26,264	60,233	49,974	36,995
81	96,481	58,555	44,892	26,718	59,417	49,963	38,039
82	96,513	62,277	44,761	27,294	59,091	50,007	37,359
83	95,959	48,227	45,047	27,861	55,917	50,01	38,443
84	96,164	54,047	44,849	28,293	61,497	49,903	39,568
85	95,99	47,371	44,874	28,882	60,646	49,961	36,879
86	96,253	57,903	44,724	29,427	57,542	50,026	39,679
87	96,366	44,278	44,687	29,863	57,751	50,036	41,092
88	95,748	48,086	45,123	30,505	58,377	50,062	38,902
89	96,148	43,105	44,949	31,159	48,04	49,97	41,825
90	95,325	45,563	44,945	31,326	56,236	49,998	38,95
91	95,911	52,154	44,926	32,601	47,976	49,932	33,044
92	94,958	52,649	44,963	33,22	50,648	49,962	34,831
93	93,797	56,738	44,844	33,766	54,473	49,979	33,897
94	94,118	48,491	44,747	34,469	64,35	50,115	33,282
95	94,629	62,795	44,874	35,844	56,134	50,005	35,291
96	95,268	63,299	44,812	36,537	67,779	50,146	35,724
97	95,94	57,314	44,778	37,216	53,259	50,011	38,707
98	95,612	49,499	44,809	37,651	51,559	50,003	31,512
99	94,883	67,594	44,974	38,295	68,312	50,012	38,073
100	95,195	73,369	44,913	39,092	58,277	49,814	40,737
101	94,591	77,144	44,564	39,652	55,367	50,093	41,105
102	95,764	46,602	45,097	40,895	62,356	50,127	38,827
103	95,144	49,215	44,704	41,42	64,348	50,008	39,401
104	95,464	26,701	44,778	41,87	62,589	49,965	35,699
105	95,499	43,076	44,972	42,725	63,372	49,929	35,081
106	94,42	56,157	44,709	43,789	62,774	50,016	36,507
107	94,234	74,974	44,953	44,694	59,215	49,424	36,437
108	95,704	56,164	45,02	45,557	62,661	50,096	38,68
109	93,6	66,131	44,684	45,987	64,024	49,961	35,327
110	93,048	48,207	44,805	46,801	53,238	49,943	35,43
111	96,19	43,25	44,867	47,352	58,962	49,974	34,674
112	95,792	57,452	44,722	48,185	56,633	49,978	33,126
113	95,274	52,973	45,041	49,068	63,335	49,972	32,928
114	94,641	53,801	44,891	49,567	62,749	49,989	35,393
115	94,863	45,558	44,854	50,192	64,361	49,958	35,074
116	93,768	50,044	44,884	51,326	63,78	50,029	33,007
117	95,848	35,849	45,043	52,313	64,35	50,259	36,092
118	95,936	69,572	44,912	52,926	62,19	49,947	36,167
119	94,444	37,133	44,779	53,681	66,596	50,007	33,757
120	94,963	57,174	44,802	54,439	60,051	49,86	38,914

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
121	95,255	46,941	44,922	54,78	59,487	49,798	38,013
122	94,35	64,442	44,614	55,761	62,864	49,945	37,627
123	96,148	41,125	45,035	56,987	53,998	49,928	41,97
124	96,178	46,338	44,901	57,562	57,748	49,845	39,435
125	96,008	66,006	44,928	58,309	51,973	49,969	36,845
126	95,345	35,336	44,986	59,206	57,502	49,962	40,434
127	96,174	43,778	45,127	59,943	58,809	49,978	38,542
128	95,398	42,763	44,897	60,9	56,338	49,949	35,54
129	94,089	51,593	45,082	61,731	56,327	49,966	38,305
130	95,515	50,057	45,091	62,042	56,169	49,966	36,379
131	94,831	55,618	45,169	63,19	54,406	49,995	35,412
132	96,719	61,966	44,913	64,214	53,807	50,013	37,169
133	96,124	42,333	45,052	64,675	56,269	49,941	36,934
134	95,326	43,325	45,139	65,357	55,503	49,806	34,553
135	95,334	64,165	44,961	66,069	49,538	49,998	38,234
136	95,2	71,322	45,069	66,494	56,792	50,019	36,262
137	96,419	51,221	45,137	68,128	55,661	49,996	39,349
138	96,85	53,409	44,918	68,429	62,094	50,013	37,683
139	93,589	56,601	45,094	69,101	54,004	50,383	35,962
140	95,273	48,041	44,997	70,028	50,681	49,961	39,847
141	95,745	47,383	44,748	70,363	53,092	49,981	38,148
142	94,783	60,666	44,875	71,294	54,264	50,046	37,418
143	95,959	54,687	44,813	72,097	46,326	49,915	36,178
144	96,039	46,565	44,779	72,657	53,461	50,034	34,338
145	93,741	58,261	44,894	73,393	57,391	50,133	32,911
146	94,187	78,359	45,018	74,311	83,187	50,109	33,891
147	94,088	59,521	44,951	74,942	55,26	50,028	34,334
148	94,351	59,083	44,731	75,916	55,878	49,625	32,851
149	95,003	53,735	44,892	76,891	60,208	49,953	35,662
150	97,433	55,617	44,906	77,207	99,199	49,993	34,922
151	93,205	54,293	44,669	77,921	75,843	49,742	32,937
152	93,148	64,313	45,045	78,634	62,549	49,962	34,484
153	94,127	64,081	44,772	79,202	67,953	49,934	34,411
154	100,106	48,917	44,91	79,952	100,619	50,009	33,559
155	94,511	52,057	44,883	80,857	57,464	49,952	36,513
156	95,065	54,908	45,066	81,115	60,264	49,958	35,024
157	92,855	43,672	44,894	81,779	63,828	49,63	33,913
158	95,216	51,356	44,848	82,624	56,791	50,216	37,07
159	94,844	55,639	44,836	83,065	54,506	49,952	36,535
160	92,568	53,323	44,954	83,719	54,798	49,782	33,623
161	94,212	48,598	44,954	84,706	58,905	50,301	37,659

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
162	94,001	35,864	44,895	85,186	59,555	49,773	37,509
163	94,061	57,76	44,769	85,759	71,987	50,574	34,917
164	96,817	28,754	61,951	85,042	52,542	49,989	46,34
165	94,612	30,47	49,833	84,336	54,242	50,036	32,542
166	95,048	41,47	49,706	84,001	53,703	49,982	36,784
167	94,592	52,014	49,811	83,952	62,595	49,929	35,637
168	93,848	60,679	49,711	83,91	59,397	50,026	34,92
169	93,481	65,218	49,794	84,306	62,956	50,112	39,169
170	93,44	52,62	49,642	84,603	62,017	49,949	38,173
171	93,83	57,804	49,831	85,114	60,786	50,228	35,368
172	95,732	61,759	49,835	85,717	62,861	50,019	38,98
173	94,461	40,943	49,849	86,176	64,317	49,431	37,771
174	93,985	41,322	49,893	86,723	63,692	49,922	35,368
175	95,164	43,602	49,975	87,365	60,403	50,131	40,902
176	94,776	62,159	49,907	87,78	63,244	50,034	39,129
177	95,294	61,964	49,902	88,401	62,842	49,827	37,118
178	94,035	58,286	49,823	89,073	61,462	50,108	40,655
179	94,438	56,854	49,776	89,547	64,321	49,961	39,593
180	94,682	58,728	49,799	90,392	58,566	49,97	37,797
181	93,352	37,757	49,909	90,998	62,214	50,009	42,087
182	93,781	57,652	50,006	91,405	61,328	49,932	40,467
183	91,524	65,042	49,991	92,02	63,418	50,227	37,946
184	93,898	45,115	49,92	92,636	61,717	49,866	42,971
185	94,408	51,13	49,953	93,067	61,717	49,981	41,729
186	94,842	67,026	49,895	93,618	61,305	49,849	38,271
187	94,94	46,728	50,026	94,314	86,754	49,935	43,906
188	94,381	58,838	50,024	94,734	62,663	49,973	42,435
189	94,645	58,028	49,878	95,266	60,704	49,95	39,656
190	95,878	59,064	50,232	95,919	62,63	49,998	37,172
191	93,966	51,306	50,158	97,074	61,798	49,887	34,043
192	94,799	47,561	49,879	97,631	62,622	50,137	36,111
193	94,017	40,563	49,943	98,073	62,686	49,822	32,887
194	94,839	58,819	50,091	98,797	62,807	50,084	30,359
195	93,417	51,271	49,902	99,485	60,786	49,795	29,774
196	93,039	40,597	49,666	100,084	61,741	49,83	27,115
197	92,915	64,952	49,845	100,915	61,417	49,911	28,844
198	94,419	52,513	49,846	99,423	62,726	50,027	34,989
199	92,976	41,751	49,941	100,571	62,118	49,904	33,354
200	92,657	63,959	49,956	101,085	63,185	49,613	31,275
201	93,275	52,866	49,928	99,536	62,612	50	35,226
202	94,315	63,061	50,022	100,034	63,572	49,972	35,456

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
203	93,494	45,392	50,132	100,585	61,321	49,867	34,362
204	94,113	51,037	49,911	99,82	62,41	50,019	36,619
205	94,356	73,24	50,015	100,196	61,621	50,037	36,688
206	94,646	61,647	49,853	100,295	61,947	49,937	36,761
207	94,519	44,022	49,911	99,198	61,194	49,953	37,902
208	94,105	68,752	50,043	100,194	62,598	50,028	35,636
209	92,845	54,022	49,86	100,486	62,025	50,103	34,316
210	94,591	52,945	50,016	99,501	62,889	50,044	36,83
211	92,781	54,872	49,753	100,528	61,675	49,837	35,155
212	92,274	63,263	50,081	100,869	63,98	50,035	28,919
213	91,563	53,464	50,009	99,526	62,456	49,961	33,752
214	91,256	43,849	49,925	100,29	62,508	49,972	33,103
215	90,73	73,151	49,943	100,961	75,18	49,961	32,595
216	93,678	39,333	50,031	99,05	60,963	49,967	37,964
217	93,714	61,491	50,034	100,049	63,08	49,938	37,005
218	92,744	47,648	50,116	100,697	60,542	50,11	34,551
219	95,249	60,712	50,072	98,84	63,692	50,016	39,226
220	94,034	31,179	50,018	100,098	57,963	49,769	39,777
221	94,047	59,856	49,859	100,409	62,866	50,135	37,496
222	93,68	51,539	49,992	99,298	59,832	49,82	41,372
223	94,058	60,603	50,088	100,397	64,509	49,447	39,174
224	93,312	66,865	50,161	100,868	61,296	49,98	36,813
225	94,242	42,64	50,102	99,765	60,544	49,948	39,119
226	94,229	50,862	49,914	100,755	58,751	49,851	37,461
227	92,689	59,81	50,212	101,39	56,031	51,396	35,898
228	93,927	64,2	50,018	100,111	59,603	49,876	40,348
229	94,496	38,673	50,032	100,723	61,525	49,981	38,862
230	94,91	68,68	49,925	100,942	64,602	50,049	37,669
231	94,299	41,839	50,085	99,688	41,062	49,939	44,287
232	95,149	51,745	50,071	100,17	41,833	49,978	42,664
233	94,212	54,901	50,192	100,605	57,705	50,008	41,007
234	94,69	41,345	50,049	99,498	55,218	49,979	39,998
235	94,91	60,414	50,486	100,213	64,821	50,23	38,191
236	95,207	44,904	50,061	100,842	58,459	49,978	36,64
237	95,511	53,907	50,102	99,419	60,994	49,959	41,568
238	95,031	52,748	50,181	100,282	59,48	49,922	39,386
239	95,361	51,487	50,207	100,745	51,568	49,909	37,541
240	96,103	59,66	50,123	99,346	53,171	50,125	40,324
241	95,485	66,993	50,022	100,161	53,863	50,116	38,906
242	95,388	55,753	50,108	100,9	53,237	49,703	34,965
243	94,658	50,93	50,32	99,412	53,238	50,069	39,483

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
244	94,18	58,733	50,189	100,401	52,735	49,873	37,6
245	93,022	55,505	50,459	101,037	53,624	50,241	35,584
246	94,6	43,546	50,167	99,292	52,768	50,127	40,647
247	94,945	57,005	50,161	100,255	50,467	49,987	38,59
248	94,943	63,988	50,008	101,127	63,29	50,047	36,03
249	94,691	35,444	50,233	99,472	51,023	49,996	40,942
250	94,457	48,119	50,159	100,547	53,563	50,022	39,278
251	94,265	44,171	49,903	100,984	54,808	50,046	37,196
252	93,84	64,526	50,275	100,053	51,733	49,959	40,172
253	92,769	54,256	50,306	100,91	60,782	50,295	37,82
254	93,138	54,13	49,958	101,24	52,083	49,99	36,272
255	95,055	50,354	50,038	100,267	52,671	49,986	38,726
256	92,908	55,387	50,137	101,359	36,489	49,749	36,89
257	93,509	71,525	50,134	101,898	57,564	50,17	34,35
258	94,414	52,157	50,24	101,628	58,97	49,998	35,438
259	91,85	54,399	50,04	101,845	61,741	51,527	34,059
260	92,842	48,312	50,032	102,226	55,927	50,013	35,572
261	92,573	58,737	49,98	101,416	56,857	49,745	38,824
262	93,336	51,598	49,876	101,772	57,118	49,985	39,665
263	91,996	62,521	49,958	102,269	57,929	49,999	37,774
264	93,627	37,382	50,1	101,554	57,435	50,011	38,941
265	91,415	60,109	50,262	102,565	57,507	49,924	35,609
266	90,563	45,713	49,906	103,055	58,877	50,019	33,913
267	92,406	56,503	50,031	101,422	57,213	50	39,27
268	93,536	53,704	50,111	102,175	57,267	49,945	38,354
269	91,922	42,244	50,191	102,489	57,014	49,941	37,376
270	94,567	45,045	50,363	101,312	55,975	49,977	41,43
271	94,193	45,945	50,076	102,176	57,558	49,814	39,465
272	92,574	63,678	50,019	102,467	57,104	49,814	37,716
273	94,787	53,691	50,438	102,104	58,123	50,026	38,631
274	93,075	72,765	50,025	102,436	58,854	49,902	37,985
275	93,467	57,182	49,97	102,483	57,445	50,018	37,2
276	94,269	44,511	50,018	101,368	56,925	50,025	39,648
277	92,997	54,478	50,477	102,227	57,249	49,938	37,016
278	92,266	52,668	50,094	102,85	57,569	50,046	34,732
279	94,123	54,856	49,952	101,231	55,824	50,087	39,735
280	94,487	54,59	50,025	101,743	61,259	50,011	40,615
281	93,667	47,828	50,007	102,323	52,373	49,945	38,801
282	94,652	52,252	50,158	100,949	43,311	49,982	41,774
283	94,755	48,188	50,081	101,686	50,521	49,974	41,314
284	95,066	58,641	50,239	102,563	53,75	50,028	38,289

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
285	94,299	41,827	50,097	100,528	51,547	49,993	39,458
286	94,57	44,255	50,228	101,619	53,468	50,032	37,42
287	94,877	62,911	50,033	102,531	54,945	49,993	33,751
288	95,092	40,129	50,181	100,655	50,011	49,99	39,392
289	95,132	58,705	50,045	101,741	50,875	50,02	38,077
290	94,883	54,904	50,317	102,162	51,216	49,979	36,184
291	95,028	57,693	50,05	100,555	51,119	49,931	40,343
292	95,224	57,193	50,141	101,718	51,109	49,954	38,396
293	94,305	46,268	50,176	102,291	52,106	50,009	36,014
294	94,814	49,487	50,343	100,95	54,709	49,977	40,442
295	94,847	44,479	50,213	101,774	51,595	50,02	38,397
296	95,178	48,869	50,082	102,312	51,354	50,026	36,163
297	95,22	42,814	50,176	100,981	51,779	50,08	39,757
298	94,888	56,544	50,231	101,946	54,253	49,968	37,232
299	94,663	38,999	50,016	102,725	50,324	49,971	33,904
300	94,634	40,179	50,286	101,002	51,393	50,018	39,871
301	94,641	53,656	50,409	102,077	53,026	50,045	36,946
302	93,943	46,303	49,949	102,64	51,806	49,97	35,515
303	92,507	57,261	50,368	101,556	53,535	49,875	38,716
304	92,294	50,17	50,148	102,725	52,647	49,98	34,611
305	91,761	47,881	50,197	103,113	53,534	50,044	30,856
306	90,646	36,206	50,217	102,087	51,809	49,972	28,455
307	87,102	40,922	50,146	103,109	50,346	50,015	30,233
308	87,33	42,726	50,137	102,526	44,94	49,816	33,547
309	87,272	37,957	50,165	103,109	52,144	49,923	32,443
310	85,229	50,6	50,153	103,132	52,529	50,082	28,198
311	85,854	51,647	50,139	102,832	52,431	50,043	31,621
312	86,134	51,288	50,156	103,101	52,069	49,956	29,926
313	85,322	48,338	50,102	103,113	52,749	49,998	29,138
314	85,765	65,6	50,142	103,106	51,306	49,993	37,215
315	86,307	57,197	50,153	103,096	53,283	49,993	38,092
316	86,324	39,822	50,125	103,122	51,404	49,921	35,708
317	86,836	60,885	50,114	102,763	51,91	50,063	41,626
318	87,442	44,204	50,191	103,11	52,919	49,966	41,372
319	87,037	41,862	50,164	103,1	52,717	49,99	39,352
320	87,103	52,933	50,147	103,101	52,692	50,061	32,582
321	86,146	46,536	50,106	103,098	53,146	50,006	30,759
322	85,389	53,313	50,116	103,12	53,16	50,042	29,616
323	86,268	36,706	50,108	103,103	52,121	49,989	29,309
324	85,693	49,051	50,095	103,123	52,406	49,987	28,259
325	86,061	54,696	50,114	103,123	51,937	50,002	27,418

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
326	86,383	39,844	50,123	103,138	51,795	49,98	28,896
327	86,502	58,273	50,086	103,1	51,7	49,967	28,403
328	86,363	43,944	50,086	103,12	51,837	49,99	26,871
329	86,253	39,607	50,109	103,137	51,996	49,898	28,985
330	86,727	39,431	50,083	103,123	52,425	49,983	28,936
331	86,444	59,657	50,087	103,119	51,469	49,903	27,489
332	86,844	33,72	50,133	103,139	51,902	50,084	31,205
333	86,832	41,903	50,115	103,099	52,822	50,021	31,236
334	86,846	55,574	50,13	103,123	52,443	50,035	29,37
335	87,949	45,289	50,107	103,156	51,547	49,978	34,815
336	87,447	46,046	50,114	103,105	52,272	50,043	34,624
337	86,593	44,002	50,096	103,124	52,928	50,022	32,699
338	87,604	39,813	50,135	103,108	51,796	49,936	33,44
339	86,432	45,876	50,085	103,112	52,803	49,955	32,812
340	86,78	48,587	50,073	103,107	51,557	49,962	32,168
341	87,443	49,209	50,137	103,156	53,143	50,017	34,998
342	87,869	50,949	50,103	103,104	52,882	49,97	34,2
343	86,906	41,781	50,142	103,121	53,036	49,947	31,837
344	87,603	42,843	50,2	102,93	51,336	49,992	37,347
345	88,053	46,384	50,179	103,135	52,74	49,937	37,874
346	86,319	55,993	50,16	103,112	52,435	50,003	31,413
347	87,083	42,769	50,236	102,562	52,342	50,056	36,417
348	86,558	50,737	50,214	103,127	52,631	49,955	34,667
349	85,623	60,327	50,152	103,11	52,686	49,945	31,747
350	87,275	40,95	50,249	102,283	52,475	50,048	37,158
351	87,135	51,786	50,206	103,128	52,708	49,964	35,507
352	86,084	51,703	50,117	103,11	52,55	49,981	31,548
353	86,659	47,269	50,261	102,38	52,355	50,016	37,527
354	86,372	53,858	46,179	103,135	52,653	49,911	31,239
355	86,513	38,987	46,111	103,113	52,754	50,009	28,897
356	87,501	52,707	46,18	102,836	52,916	50,005	33,156
357	87,553	57,233	45,162	103,13	52,427	49,959	31,054
358	86,462	53,843	45,148	103,111	52,16	49,939	28,423
359	86,893	46,99	45,109	103,13	53,254	49,999	30,225
360	85,93	40,783	45,065	103,139	52,672	49,944	29,582
361	85,919	65,082	45,1	103,112	51,949	49,963	28,343
362	87,427	61,9	45,149	102,923	52,254	49,966	32,736
363	87,404	42,156	45,107	103,128	51,804	50,029	31,421
364	89,677	31,897	49,706	45,85	57,269	49,894	28,878
365	90,132	60,366	49,707	45,256	57,867	50,014	27,9
366	89,692	75,644	49,77	45,779	57,71	50,02	29,554

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
367	89,239	75,575	49,733	45,948	57,564	49,975	26,771
368	88,82	56,313	49,832	46,727	55,511	49,97	26,269
369	89,289	43,253	49,745	44,49	57,473	50,003	26,881
370	88,925	73,115	49,744	45,891	56,865	49,993	27,693
371	89,618	51,783	49,749	46,139	56,964	50,012	24,685
372	90,142	38,121	49,758	45,165	57,339	50,016	28,329
373	90,164	56,035	49,74	44,872	57,517	49,954	30,954
374	92,486	42,539	49,777	45,432	57,317	49,815	29,599
375	93,253	66,565	49,788	44,692	56,655	49,923	29,773
376	93,226	56,842	49,782	44,756	55,549	49,926	30,631
377	92,729	70,932	49,734	45,234	56,433	50,196	28,011
378	93,062	45,276	49,781	44,686	57,245	50,043	30,368
379	92,13	59,168	49,737	45,324	59,177	49,861	29,38
380	92,484	60,645	49,757	45,823	57,827	50,181	28,439
381	92,197	54,726	49,766	45,012	57,66	49,976	28,335
382	91,626	66,798	49,708	45,772	56,023	49,871	27,191
383	90,651	57,577	49,761	46,905	57,028	49,72	25,381
384	91,435	76,326	49,796	45,036	56,152	49,856	27,684
385	92,158	36,635	49,749	45,061	57,425	50,117	26,907
386	92,045	39,136	49,778	45,826	57,782	50,091	26,183
387	92,493	69,049	49,744	45,056	57,267	49,968	25,684
388	92,524	46,768	49,746	46,839	59,001	49,94	23,846
389	92,008	73,166	49,746	45,313	58,546	50,052	23,183
390	92,358	74,115	49,797	45,145	53,697	49,781	26,623
391	91,436	74,116	49,781	46,57	53,659	49,901	26,193
392	90,523	65,669	49,705	45,289	57,427	49,896	26,087
393	90,997	42,141	49,704	44,878	57,442	50,054	26,109
394	91,646	51,634	49,774	46,055	57,893	49,976	25,581
395	92,565	41,165	49,73	48,271	57,562	50,013	25,145
396	92,268	62,931	49,776	44,81	54,094	50,018	28,024
397	92,385	53,854	49,755	45,792	60,967	49,9	28,715
398	92,857	44,736	49,785	45,496	62,487	50,034	29,066
399	93,594	55,394	49,756	44,93	61,625	50,004	31,049
400	91,525	52,047	49,816	45,301	61,817	49,92	30,44
401	92,487	49,74	49,744	45,538	63,046	50,031	28,261
402	92,563	46,466	49,831	44,51	61,828	50,005	29,629
403	91,936	60,731	49,749	46,895	62,177	49,951	26,367
404	91,997	46,83	49,774	46,381	62,415	49,966	29,168
405	92,095	55,674	49,801	45,368	62,61	49,983	28,689
406	92,621	56,044	49,81	46,204	59,54	49,971	28,801
407	92,183	56,734	49,79	46,764	60,168	49,847	28,888

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
408	92,022	46,808	49,833	46,813	60,847	49,921	29,485
409	91,503	54,806	49,793	46,067	62,279	50,021	28,654
410	91,66	50,016	49,838	44,841	63,168	49,996	29,078
411	91,913	72,61	49,786	45,57	61,271	50,038	29,381
412	91,976	53,916	49,802	47,261	63,344	49,942	27,765
413	91,865	64,502	49,797	44,849	62,93	50	30,533
414	91,862	76,382	49,823	45,303	63,786	49,958	29,577
415	92,623	38,851	49,749	44,838	61,655	49,961	29,748
416	92,066	55,993	49,804	44,813	63,755	49,985	30,069
417	92,37	46,361	49,771	46,288	64,139	49,946	29,784
418	91,941	47,069	49,771	46,018	64,647	50,023	29,174
419	92,208	48,733	49,796	44,755	61,867	50,063	31,938
420	91,917	67,751	49,801	45,168	61,88	50,011	31,221
421	92,052	70,03	49,794	45,92	63,053	49,944	30,103
422	92,481	42,891	49,819	47,045	64,696	49,9	29,239
423	92,597	57,105	49,777	45,322	60,311	49,842	30,297
424	92,554	36,971	49,867	47,446	54,965	49,632	30,075
425	91,73	49,984	49,824	45,677	49,453	49,613	30,437
426	91,305	63,433	49,776	45,502	59,648	49,852	29,797
427	92,032	52,503	49,843	45,778	58,153	49,893	29,039
428	91,532	47,789	49,817	44,658	64,257	49,884	29,451
429	91,238	48,853	49,788	45,071	64,704	50,001	29,349
430	90,968	65,14	49,829	45,07	61,154	49,986	29,616
431	91,65	55,854	49,813	45,118	61,812	49,89	29,971
432	91,94	59,705	49,814	45,137	65,44	50,048	31,248
433	92,002	40,644	49,875	45,459	59,907	49,816	30,87
434	93,107	52,451	49,849	45,143	60,477	49,708	31,085
435	91,232	46,369	49,856	44,85	54,718	49,817	31,328
436	91,109	53,767	49,868	44,285	43,745	50,056	28,585
437	92,245	57,176	49,859	44,3	58,835	50,029	29,884
438	91,931	60,386	49,825	44,789	62,862	50,065	30,125
439	92,365	46,621	49,806	45,637	54,915	49,765	29,163
440	92,357	50,383	49,813	44,896	60,115	49,757	31,731
441	93,437	45,099	49,788	45,188	56,374	50,287	29,425
442	93,416	58,29	49,788	44,798	52,554	50,363	28,558
443	94,571	52,156	49,874	44,847	57,786	49,768	29,675
444	93,916	47,501	49,791	44,826	57,908	50,257	29,769
445	92,74	55,994	49,842	45,962	60,34	50,767	26,845
446	93,895	38,83	49,859	44,792	56,797	50,04	29,186
447	93,727	55,173	49,834	46,273	57,097	50,273	28,888
448	96,498	51,966	49,869	46,534	96,304	51,006	27,084

Инструментальная позиция	LI01407	LI4003	LI4005	LI4017	LI4023	LIC4019	TI1015
449	91,945	48,872	49,877	45,233	68,303	50,104	29,896
450	94,233	50,307	49,868	45,475	74,383	50,098	29,705

Инструментальная позиция	TI1021-1	TI1021-2	TI1021-3	TI1022	TI1023-1	TI1023-2	TI1023-3
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С
1	307,804	308,014	313,477	313,339	308,224	308,524	307,397
2	310,667	311,364	312,549	309,918	310,771	311,692	310,638
3	310,849	311,679	313,307	310,901	311,094	311,868	310,658
4	311,405	312,225	312,065	309,428	311,153	312,102	310,829
5	311,029	311,328	312,367	309,699	311,361	311,586	310,529
6	310,979	311,846	312,294	310,042	311,278	311,94	310,833
7	311,054	311,509	312,179	309,569	311,069	311,626	310,669
8	311,099	312,006	312,23	310,137	311,222	312,223	311,18
9	310,672	311,263	312,636	309,752	311,003	311,65	310,743
10	310,742	311,186	312,252	309,027	310,588	311,328	310,391
11	310,976	311,708	311,92	309,443	311,038	311,767	310,918
12	311,086	312,078	312,742	310,014	311,375	312,242	311,164
13	311,084	311,781	312,325	309,98	311,005	311,818	310,995
14	310,803	311,864	312,419	309,498	310,978	312,203	311,13
15	310,898	311,574	312,109	309,276	311,194	311,613	310,495
16	311,083	311,882	312,237	309,685	311,321	312,068	310,992
17	310,929	311,718	312,224	309,952	311,12	311,635	310,659
18	305,022	305,78	307,524	304,826	305,322	306,217	305,082
19	306,545	307,785	307,876	305,019	306,926	307,925	306,774
20	305,559	306,246	310,19	304,754	305,676	307,116	306,021
21	302,487	303,156	303,63	301,33	302,653	303,293	302,274
22	301,686	302,632	303,172	300,502	302,004	302,857	301,775
23	301,756	302,499	302,356	299,903	302,157	302,654	301,597
24	301,459	302,452	302,484	299,454	301,827	302,577	301,401
25	301,171	301,777	301,814	299,354	301,677	301,848	300,683
26	297,653	298,534	299,847	298,066	298,074	298,869	297,789
27	302,123	302,95	303,682	300,946	302,269	303,173	302,128
28	301,489	302,171	302,129	299,386	301,854	302,341	301,187
29	301,661	302,686	302,782	300,118	301,893	302,673	301,515
30	301,302	301,952	302,365	299,92	301,364	302,016	300,961
31	301,033	301,709	302,099	299,816	301,413	301,872	300,755

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
32	301,507	302,199	302,478	300,139	301,865	302,283	301,182
33	301,933	302,552	302,335	299,975	302,156	302,585	301,6
34	301,48	302,298	302,702	300,439	301,622	302,441	301,554
35	301,265	301,309	302,169	300,391	301,644	301,534	300,51
36	301,579	302,209	302,471	300,086	301,611	302,386	301,395
37	301,569	302,33	302,791	300,436	301,759	302,463	301,541
38	301,484	301,88	301,702	299,457	301,858	301,85	300,809
39	301,653	301,855	301,923	299,617	301,907	301,972	300,863
40	301,722	302,4	302,467	299,852	302,138	302,642	301,48
41	301,593	302,208	302,043	299,637	301,968	302,266	301,127
42	301,268	302,011	302,593	300,225	301,751	302,358	301,214
43	300,931	301,708	302,68	300,112	301,318	302	300,87
44	301,431	301,942	302,153	300,056	301,862	302,074	300,983
45	301,841	302,438	302,279	299,78	302,063	302,581	301,519
46	301,446	302,021	302,413	299,874	301,773	302,23	301,227
47	302,19	302,888	302,827	300,342	302,667	303,013	301,865
48	302,099	302,76	302,664	300,197	302,387	302,963	301,971
49	301,574	302,177	302,461	300,106	301,951	302,454	301,417
50	301,53	302,283	302,759	300,549	301,838	302,55	301,488
51	301,636	302,046	302,3	300,124	301,761	302,131	301,199
52	301,337	302,029	302,391	300,106	301,654	302,257	301,298
53	300,603	301,228	302,055	300,028	300,96	301,52	300,465
54	302,004	302,528	302,492	300,247	302,172	302,638	301,701
55	301,606	302,148	302,651	300,408	301,852	302,367	301,421
56	301,876	302,342	302,991	300,763	302,134	302,566	301,508
57	300,331	300,8	301,495	299,336	300,423	300,918	300,007
58	301,349	303,131	305,022	302,584	301,518	303,698	302,663
59	302,091	302,619	302,605	299,903	302,516	302,819	301,724
60	301,354	301,772	302,511	300,605	301,472	301,967	301,079
61	301,63	302,341	302,543	300,169	301,968	302,513	301,571
62	303,628	304,45	301,984	298,8	304,21	304,32	303,312
63	301,16	301,796	302,645	300,266	301,507	302,019	301,062
64	300,057	300,834	302,299	300,5	300,409	301,169	300,273
65	300,45	300,69	300,962	298,685	300,918	300,785	299,778
66	300,316	300,932	300,925	298,293	300,639	301,202	300,288
67	299,786	300,397	302,248	299,72	300,244	300,955	299,957
68	296,655	297,308	300,675	299,65	297,019	297,627	296,517
69	300,577	301,345	300,809	298,315	300,732	301,51	300,542
70	302,386	303,086	301,342	298,347	302,928	303,069	302,052
71	301,277	302,495	304,743	302,227	301,734	303,099	302,143
72	300,096	301,294	301,93	299,397	300,266	301,629	300,763

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
73	300,026	300,316	301,079	299,446	300,432	300,585	299,632
74	298,91	299,602	300,745	298,676	299,287	299,857	298,863
75	294,811	295,374	296,005	294,325	294,912	295,603	294,736
76	295,428	295,938	295,68	293,541	295,777	295,987	295,083
77	294,702	296,565	297,158	294,508	295,015	297,078	296,049
78	295,111	295,685	296,043	293,966	295,464	295,889	294,936
79	295,195	295,866	296,038	293,62	295,656	296,084	294,972
80	294,415	295,227	295,453	293,308	294,769	295,401	294,445
81	295,265	295,824	295,902	293,572	295,634	296,027	295,048
82	295,18	295,623	295,859	293,643	295,542	295,796	294,782
83	295,189	295,759	295,517	293,235	295,518	295,925	294,949
84	295,306	295,611	295,931	293,741	295,639	295,803	294,904
85	295,072	295,6	295,734	293,58	295,448	295,848	294,856
86	294,729	294,368	294,296	292,244	294,894	294,375	293,456
87	295,328	295,967	296,464	294,244	295,654	296,153	295,251
88	294,574	295,071	295,553	293,629	294,952	295,28	294,285
89	295,091	295,606	295,595	293,419	295,358	295,811	294,863
90	295,465	296,242	296,618	294,023	295,934	296,502	295,51
91	293,796	294,205	296,186	293,971	294,299	294,557	293,55
92	295,287	295,968	295,198	292,866	295,768	295,993	294,904
93	294,241	294,576	296,266	294,34	294,632	294,899	293,847
94	293,26	294,041	297,549	294,312	293,64	295,09	294,156
95	294,244	294,092	295,479	293,908	294,639	294,403	293,446
96	294,763	296,673	294,957	291,099	295,34	296,805	295,834
97	295,859	295,965	296,156	293,501	296,196	296,18	295,233
98	294,734	295,204	295,977	293,862	295,168	295,488	294,509
99	294,768	296,946	296,62	293,141	295,404	297,253	296,301
100	295,23	296,001	296,005	293,376	295,501	296,165	295,239
101	295,262	295,706	295,961	293,686	295,637	295,877	294,956
102	294,577	295,077	295,867	293,209	295,01	295,423	294,508
103	295,358	295,749	296,019	293,813	295,642	295,954	295,001
104	295,257	295,868	295,895	293,431	295,725	296,124	295,154
105	294,909	295,409	296,38	294,155	295,379	295,77	294,77
106	295,439	295,713	295,528	293,26	295,87	295,798	294,759
107	296,5	294,751	290,501	288,337	296,962	293,64	292,497
108	295,054	295,544	296,448	294,312	295,409	295,967	294,985
109	294,232	294,556	295,137	293,127	294,734	294,88	293,859
110	295,575	296,163	294,782	292,254	296,148	296,136	295,118
111	295,08	295,407	295,384	293,403	295,546	295,59	294,601
112	295,132	295,793	296,027	293,662	295,681	296,091	295,066
113	295,341	295,943	296,162	294,165	295,921	296,173	295,114

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
114	294,761	295,243	296,017	293,827	295,133	295,513	294,564
115	295,365	295,777	296,501	294,282	295,836	296,082	295,08
116	295,173	295,608	295,866	293,609	295,692	295,854	294,838
117	294,57	295,664	296,106	293,381	295,049	296,065	295,069
118	295,313	295,53	295,915	293,729	295,846	295,803	294,835
119	295,277	295,938	296,965	294,72	295,818	296,445	295,472
120	296,741	296,455	295,68	293,381	297,044	296,408	295,435
121	290,337	290,752	290,139	287,972	290,756	290,707	289,756
122	289,931	290,418	290,834	289,055	290,27	290,655	289,701
123	290,265	290,798	290,963	288,299	290,588	291,128	290,286
124	291,277	291,75	290,661	288,226	291,624	291,831	290,935
125	288,17	288,976	291,408	289,781	288,541	289,624	288,685
126	290,292	290,674	290,715	288,703	290,423	290,847	289,994
127	290,676	290,91	290,929	288,649	290,976	291,118	290,227
128	287,191	287,262	287,79	286,47	287,542	287,549	286,533
129	290,802	289,717	288,717	286,788	291,003	289,54	288,556
130	290,098	290,64	290,841	288,661	290,528	290,934	289,942
131	290,258	290,806	290,981	288,725	290,692	291,061	290,103
132	290,375	290,851	290,896	288,566	290,679	291,074	290,185
133	290,44	290,877	291,04	288,86	290,81	291,092	290,197
134	290,4	290,946	291,129	289,044	290,869	291,202	290,286
135	289,952	290,286	290,453	288,631	290,076	290,472	289,635
136	290,225	290,282	290,418	288,374	290,557	290,487	289,576
137	290,314	290,896	291,029	288,993	290,508	291,128	290,294
138	290,192	290,576	290,93	288,857	290,528	290,85	289,977
139	287,661	288,353	291,941	290,128	287,992	289,238	288,281
140	289,85	290,36	290,661	288,378	290,168	290,583	289,728
141	289,998	290,72	290,716	288,398	290,402	290,907	289,988
142	289,873	290,413	290,645	288,415	290,247	290,619	289,678
143	289,504	290,433	290,81	288,637	289,935	290,834	289,955
144	289,833	290,296	290,696	288,87	290,134	290,533	289,664
145	291,649	285,588	284,583	287,143	291,624	284,316	283,096
146	289,148	289,638	290,618	288,753	289,523	289,998	289,075
147	289,87	289,789	290,709	289,241	290,118	290,105	289,241
148	290,137	290,641	291,001	288,119	290,511	291,091	290,23
149	290,121	290,681	291,305	289,274	290,283	291,07	290,228
150	290,372	291,185	291,333	287,916	290,779	291,481	290,618
151	289,895	290,278	290,864	288,825	290,226	290,586	289,73
152	289,725	290,216	290,609	288,332	290,061	290,558	289,724
153	290,125	290,463	290,755	288,605	290,495	290,729	289,879
154	289,751	290,263	290,614	288,623	290,069	290,516	289,682

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
155	289,993	290,422	290,637	288,338	290,172	290,687	289,905
156	289,998	290,501	290,811	288,574	290,26	290,732	289,887
157	290,013	290,422	291,243	289,766	290,313	290,75	289,852
158	289,761	289,918	290,266	288,723	289,925	290,058	289,255
159	290,364	290,714	290,978	288,599	290,617	290,925	290,154
160	289,494	289,333	290,38	288,606	289,516	289,666	288,729
161	289,841	290,675	291,272	289,459	290,019	290,903	290,133
162	290,361	290,734	290,799	288,851	290,55	290,885	290,091
163	289,576	290,352	291,003	288,776	289,916	290,649	289,801
164	290,965	291,604	288,554	286,349	291,319	291,474	290,483
165	289,795	290,303	290,714	288,611	290,051	290,535	289,686
166	289,918	290,287	290,561	288,505	289,936	290,43	289,652
167	290,626	290,855	290,562	288,524	290,876	290,968	290,11
168	290,346	291,032	291,037	288,762	290,625	291,217	290,399
169	290,373	290,711	290,918	288,999	290,334	290,864	290,144
170	290,697	291,055	290,828	288,782	290,857	291,173	290,427
171	289,997	290,577	291,416	289,469	290,304	290,824	289,947
172	290,178	290,599	290,788	288,892	290,226	290,752	290,063
173	290,422	290,762	290,772	288,95	290,594	290,915	290,119
174	289,919	290,36	290,884	289,128	290,126	290,559	289,728
175	290,381	290,745	290,68	288,948	290,26	290,787	290,058
176	289,993	290,836	291,927	289,988	290,078	291,09	290,355
177	289,95	290,939	290,48	288,366	290,063	291,077	290,313
178	290,303	289,726	289,426	288,248	290,312	289,659	288,808
179	288,055	287,898	288,804	287,979	288,203	288,118	287,314
180	288,701	288,99	289,847	288,238	288,905	289,186	288,292
181	290,639	291,072	290,485	288,434	290,69	291,155	290,377
182	290,152	290,523	290,479	288,039	290,372	290,667	289,834
183	286,013	287,315	290,425	288,236	286,211	288,038	287,388
184	289,737	290,205	289,884	287,737	289,847	290,284	289,394
185	289,959	290,434	290,521	287,626	290,2	290,61	289,668
186	290,171	290,988	291,301	289,066	290,369	291,273	290,459
187	290,18	290,53	290,586	288,588	290,157	290,605	289,833
188	290,228	290,763	290,566	288,479	290,404	290,901	290,109
189	289,76	290,413	290,869	288,788	289,994	290,587	289,72
190	290,068	290,583	290,528	288,466	290,268	290,814	290,013
191	289,944	290,353	290,624	288,601	290,226	290,551	289,727
192	290,033	290,599	290,615	288,58	290,145	290,707	289,995
193	290,012	289,879	289,767	287,852	290,326	289,949	288,984
194	288,508	289,667	291,148	288,797	288,733	290,114	289,445
195	289,735	290,514	291,066	288,836	289,995	290,84	290,058

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
196	290,095	290,516	290,488	288,289	290,508	290,7	289,776
197	290,263	290,663	290,829	288,786	290,589	290,824	289,904
198	290,567	290,932	290,737	288,583	290,708	291,004	290,143
199	290,351	290,694	290,093	287,879	290,612	290,762	289,819
200	289,337	290,099	290,833	288,783	289,675	290,292	289,395
201	290,285	290,473	290,744	288,815	290,346	290,637	289,85
202	290,207	290,657	290,971	288,935	290,427	290,838	290,011
203	289,579	290,057	290,517	288,236	289,861	290,219	289,293
204	291,059	289,959	289,697	287,026	291,513	290,141	289,201
205	289,673	290,386	290,956	288,774	289,882	290,613	289,754
206	290,869	291,471	291,072	288,626	291,09	291,632	290,734
207	289,33	289,382	290,327	288,928	289,419	289,591	288,725
208	288,378	289,843	290,763	288,72	288,412	290,166	289,39
209	291,922	290,583	288,27	286,519	292,381	290,333	289,195
210	290,726	290,655	290,015	287,556	290,783	290,676	289,851
211	291,141	291,557	291,106	288,558	291,377	291,749	290,886
212	289,543	290,253	291,203	289,216	289,758	290,497	289,676
213	290,291	290,715	290,226	287,88	290,234	290,773	290,026
214	289,969	290,391	290,774	288,795	290,124	290,566	289,764
215	290,301	290,765	291,962	290,268	290,549	291,001	290,174
216	290,954	288,549	288,9	287,14	291,262	288,659	287,967
217	290,343	291,18	291,399	289,326	290,421	291,374	290,647
218	291,136	290,94	291,061	289,013	291,31	291,049	290,223
219	289,709	290,791	292,277	290,623	289,521	291,028	290,326
220	289,906	290,169	290,522	289,062	290,096	290,419	289,522
221	290,026	290,149	290,559	288,662	290,253	290,312	289,529
222	293,281	292,646	291,227	288,823	293,25	292,539	291,577
223	291,287	291,779	291,457	288,857	291,435	291,926	291,084
224	290,184	290,455	290,342	288,134	290,434	290,606	289,733
225	290,399	290,77	291,055	289,204	290,452	290,95	290,058
226	290,472	290,555	290,16	287,906	290,782	290,681	289,668
227	289,593	292,011	293,34	290,103	289,591	292,326	291,581
228	290,149	290,595	290,98	288,632	290,099	290,776	290,018
229	290,671	291,239	291,31	289,127	290,86	291,379	290,533
230	288,798	288,636	289,18	288,069	289,057	288,829	287,983
231	292,406	291,851	290,634	288,466	292,446	291,795	290,904
232	290,601	290,798	291,122	289,292	290,738	290,964	290,191
233	290,038	290,425	290,799	288,855	290,196	290,582	289,765
234	290,532	290,957	290,923	288,883	290,382	291,078	290,345
235	287,281	287,531	289,895	288,55	287,285	287,756	287,012
236	290,576	291,029	291,433	289,437	290,691	291,168	290,38

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
237	295,161	295,434	295,797	294,122	295,032	295,564	294,871
238	296,612	296,999	297,266	294,761	296,652	297,165	296,399
239	295,735	296,364	296,422	294,352	295,843	296,449	295,596
240	295,146	295,409	295,451	293,809	295,004	295,394	294,637
241	293,588	293,492	293,533	291,85	293,657	293,492	292,692
242	292,914	293,33	294,967	293,089	293	293,485	292,772
243	294,866	294,962	294,857	293,036	294,828	295,042	294,268
244	295,456	295,771	295,47	293,474	295,488	295,857	294,986
245	295,581	295,584	295,34	292,736	295,835	295,688	294,904
246	295,413	295,559	295,255	293,394	295,271	295,672	294,911
247	295,21	295,535	295,594	293,65	295,328	295,724	294,868
248	295,272	295,048	294,746	292,701	295,434	295,16	294,251
249	294,158	294,766	294,891	293	294,077	294,873	294,115
250	295,335	295,687	295,716	293,589	295,406	295,779	294,925
251	295,576	295,998	295,674	293,401	295,805	296,175	295,307
252	295,097	295,215	295,404	293,419	295,272	295,452	294,666
253	295,643	295,139	294,819	293,148	295,869	295,211	294,359
254	295,766	296,19	296,327	294,203	295,934	296,322	295,472
255	295,377	295,642	295,551	293,49	295,5	295,749	294,941
256	296,474	298,219	299,769	297,48	296,444	298,504	297,785
257	296,061	295,845	294,081	291,895	296,419	295,832	294,844
258	295,094	295,64	296,1	294,18	295,393	295,899	294,952
259	295,343	295,994	296,486	294,385	295,6	296,233	295,359
260	295,048	295,474	295,735	293,633	295,382	295,693	294,745
261	294,874	295,283	295,976	294,023	294,977	295,447	294,661
262	295,625	296,084	295,878	293,654	295,906	296,231	295,388
263	295,199	295,639	296,316	294,169	295,448	295,867	294,926
264	295,018	295,376	295,338	292,972	295,141	295,54	294,67
265	294,832	295,244	295,425	293,328	295,157	295,494	294,588
266	294,997	295,367	295,598	293,608	295,367	295,579	294,645
267	295,293	295,725	295,748	293,642	295,346	295,848	294,989
268	294,87	295,262	295,654	293,58	295,193	295,453	294,53
269	295,079	295,653	295,976	293,699	295,397	295,924	294,939
270	295,116	295,49	294,978	292,874	295,317	295,607	294,67
271	295,466	296,05	296,433	294,256	295,702	296,228	295,36
272	295,243	295,922	296,352	294,111	295,624	296,204	295,224
273	292,222	293,104	294,917	293,003	292,59	293,49	292,601
274	295,036	295,41	296,266	294,326	295,288	295,65	294,715
275	295,453	295,933	295,84	293,694	295,747	296,141	295,221
276	295,11	295,53	295,529	293,478	295,24	295,742	294,924
277	295,113	295,382	295,513	293,527	295,46	295,638	294,73

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
278	294,938	295,339	295,7	293,688	295,289	295,628	294,654
279	295,175	295,523	295,451	293,46	295,298	295,705	294,86
280	295,107	295,536	295,582	293,401	295,39	295,76	294,876
281	294,718	295,157	295,516	293,416	295,072	295,38	294,497
282	295,106	295,551	295,605	293,538	295,284	295,811	294,978
283	295,061	295,625	296,015	293,958	295,287	295,883	295,016
284	294,344	295,311	296,114	293,945	294,621	295,665	294,812
285	295,081	295,423	295,56	293,459	295,079	295,622	294,922
286	295,225	295,511	295,544	293,522	295,458	295,717	294,914
287	295,177	295,628	295,941	293,85	295,553	295,966	295,053
288	295,169	295,362	295,33	293,293	295,175	295,501	294,769
289	294,995	295,339	295,464	293,465	295,153	295,556	294,721
290	294,996	295,375	295,382	293,372	295,299	295,632	294,731
291	295,081	295,334	295,159	293,208	295,056	295,456	294,667
292	295,145	295,481	295,595	293,584	295,34	295,715	294,943
293	294,841	295,258	295,422	293,406	295,077	295,478	294,656
294	295,062	295,405	295,392	293,463	295,127	295,519	294,765
295	295,04	295,535	295,825	293,729	295,136	295,651	294,839
296	294,95	295,288	295,511	293,497	295,172	295,495	294,65
297	295,112	295,424	295,328	293,315	295,12	295,482	294,733
298	294,908	295,238	295,412	293,513	295,057	295,391	294,544
299	294,991	295,724	295,979	293,9	295,202	295,991	295,129
300	295,126	295,374	295,334	293,45	295,105	295,506	294,82
301	295,185	295,558	295,807	293,729	295,338	295,801	295,004
302	295,189	295,538	295,758	293,775	295,398	295,849	294,935
303	295,301	295,553	295,523	293,513	295,341	295,691	294,898
304	294,969	295,241	295,09	292,954	295,277	295,525	294,596
305	294,759	295,205	295,677	293,661	295,093	295,461	294,577
306	304,571	305,049	305,166	303,078	304,644	305,358	304,615
307	304,493	304,878	305,135	303,056	304,918	305,278	304,34
308	304,773	305,101	305,215	303,014	304,959	305,359	304,5
309	304,355	304,731	304,894	302,8	304,846	305,107	304,183
310	304,53	305,015	305,358	303,254	305,073	305,348	304,335
311	304,563	304,833	305,034	303,044	304,753	305,077	304,279
312	304,212	304,67	304,969	303,043	304,7	305,065	304,086
313	303,35	303,236	305,259	303,568	303,958	303,68	302,693
314	304,634	304,983	305,103	303,071	305,027	305,331	304,409
315	304,661	305,113	305,4	303,367	305,113	305,397	304,452
316	304,887	305,15	305,39	303,265	305,408	305,441	304,483
317	299,859	299,995	299,816	298,601	299,956	300,093	299,291
318	299,896	300,247	300,504	298,486	300,248	300,496	299,649

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
319	299,678	299,872	300,355	298,645	300,131	300,231	299,267
320	299,733	299,95	300,33	298,712	300,112	300,227	299,24
321	299,61	300,028	300,461	298,41	300,051	300,353	299,378
322	300,039	300,31	300,681	298,39	300,558	300,717	299,727
323	299,556	299,963	300,312	298,137	299,99	300,222	299,365
324	299,326	299,779	300,057	297,964	299,888	300,171	299,278
325	299,502	299,918	300,232	298,16	300,015	300,275	299,354
326	299,61	300,044	299,979	297,96	299,969	300,357	299,451
327	299,651	300,076	300,413	298,404	300,103	300,373	299,472
328	299,747	300,165	300,48	298,321	300,253	300,476	299,501
329	300,377	300,908	300,501	298,403	300,653	301,156	300,25
330	299,639	300,387	300,792	298,724	300,151	300,725	299,73
331	299,592	300,101	300,529	298,423	300,123	300,437	299,43
332	299,604	299,932	300,251	298,298	299,921	300,212	299,318
333	299,56	300,061	300,375	298,255	300,008	300,265	299,317
334	299,381	299,846	300,309	298,078	299,897	300,151	299,117
335	299,788	300,114	300,348	298,39	300,094	300,405	299,54
336	299,729	300,147	300,559	298,555	300,16	300,461	299,561
337	299,524	300	300,407	298,29	299,995	300,28	299,286
338	299,786	300,216	300,226	297,876	300,368	300,719	299,767
339	299,837	300,247	300,471	298,308	300,309	300,595	299,579
340	299,624	300,088	300,497	298,439	300,025	300,423	299,446
341	299,835	300,159	300,298	298,328	299,987	300,385	299,531
342	299,824	300,28	300,46	298,546	300,208	300,546	299,627
343	299,57	300,164	300,267	298,024	299,907	300,342	299,319
344	299,767	299,957	300,265	298,242	300,111	300,381	299,534
345	299,725	300,057	300,561	298,458	300,132	300,432	299,505
346	299,401	299,773	299,984	297,767	299,728	299,967	299,01
347	299,857	300,096	300,087	298,309	300,111	300,399	299,532
348	299,828	300,179	300,412	298,538	300,124	300,416	299,624
349	299,431	299,841	300,114	297,992	299,783	300,033	299,055
350	299,975	300,183	300,272	298,371	300,18	300,449	299,645
351	299,651	299,997	300,186	298,152	299,944	300,223	299,283
352	299,513	299,93	300,356	298,434	299,879	300,21	299,306
353	299,604	299,964	300,106	298,187	299,794	300,242	299,385
354	299,495	299,889	300,152	298,205	299,82	300,11	299,171
355	299,731	300,13	300,371	298,387	300,07	300,391	299,489
356	299,547	299,851	300,098	298,181	299,639	300,021	299,218
357	299,52	299,835	300,087	298,017	299,814	300,067	299,165
358	299,547	299,879	300,177	298,08	299,852	300,109	299,234
359	299,931	300,233	300,476	298,501	300,113	300,509	299,651

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
360	299,942	300,348	300,525	298,391	300,284	300,618	299,711
361	299,592	299,954	300,205	298,22	299,955	300,24	299,358
362	299,919	300,177	300,344	298,505	300,11	300,384	299,582
363	299,774	300,065	300,324	298,365	300,064	300,354	299,47
364	309,727	310,322	310,834	308,386	310,155	310,602	309,564
365	309,277	309,529	309,798	307,372	309,74	309,844	308,827
366	309,638	310,061	310,388	308,053	310,256	310,625	309,617
367	309,679	310,193	310,722	308,303	310,142	310,474	309,484
368	309,043	309,523	310,609	308,209	309,441	309,844	308,853
369	299,848	300,361	300,958	298,781	300,162	300,748	299,956
370	299,9	300,159	300,794	298,786	300,473	300,583	299,693
371	298,902	299,428	299,239	296,968	299,425	299,73	298,705
372	299,73	300,064	300,268	298,09	300,277	300,563	299,665
373	300,146	300,443	300,265	298,038	300,565	300,613	299,601
374	299,702	299,986	300,41	298,187	300,17	300,344	299,405
375	299,491	299,904	300,126	298,019	299,774	300,178	299,305
376	299,604	300,071	300,158	297,659	300,063	300,414	299,478
377	299,608	300,272	300,463	297,981	300,105	300,695	299,765
378	299,549	299,977	300,451	298,279	299,923	300,391	299,521
379	299,524	300,072	300,4	298,184	299,955	300,41	299,458
380	299,635	300,177	300,7	298,27	300,175	300,625	299,702
381	300,073	300,538	300,994	299,03	300,39	300,893	300,023
382	299,921	300,449	300,826	299,171	300,396	300,85	299,969
383	299,854	300,386	300,674	298,574	300,435	300,815	299,897
384	299,877	300,438	300,685	298,585	300,261	300,818	299,872
385	299,95	300,258	300,565	298,717	300,37	300,581	299,639
386	300,135	300,539	300,567	298,592	300,628	300,851	299,882
387	299,516	300,554	301,095	298,484	299,904	301,033	300,21
388	300,131	301,216	301,933	299,636	300,694	301,708	300,676
389	298,976	299,646	300,55	298,574	299,532	300,056	299,076
390	299,198	298,697	298,698	296,85	299,697	298,954	297,908
391	298,463	298,324	299,347	297,645	299,176	298,829	297,787
392	299,824	300,22	300,652	298,558	300,339	300,637	299,635
393	300,188	300,307	300,289	298,291	300,512	300,593	299,603
394	299,895	300,612	300,708	298,525	300,387	300,923	299,939
395	300,023	300,637	301,233	298,638	300,682	301,118	300,051
396	300,031	300,533	300,82	298,618	300,493	300,901	299,936
397	301,341	301,348	300,379	297,823	301,965	301,665	300,573
398	301,392	299,183	296,728	294,28	302,111	299,08	297,812
399	303,526	303,743	301,435	298,501	304,045	303,883	302,849
400	303,125	303,375	304,353	302,121	303,622	303,834	302,823

Инструментальная позиция	Т11021-1	Т11021-2	Т11021-3	Т11022	Т11023-1	Т11023-2	Т11023-3
401	299,564	300,28	300,72	298,076	300,127	300,698	299,666
402	299,582	300,18	300,131	297,719	299,998	300,555	299,585
403	299,54	300,109	300,368	297,958	300,097	300,482	299,403
404	299,186	299,666	300,091	297,799	299,794	300,12	299,063
405	299,66	300,212	300,691	297,962	300,241	300,631	299,614
406	299,562	300,189	300,684	298,33	300,195	300,632	299,565
407	300,695	300,901	301,01	298,495	301,346	301,291	300,222
408	299,676	300,184	300,812	298,411	300,338	300,663	299,623
409	299,78	300,127	301,025	299,078	300,42	300,655	299,608
410	299,386	299,9	300,768	298,352	299,969	300,385	299,381
411	299,628	299,987	299,854	297,516	300,262	300,325	299,227
412	298,09	299,547	300,336	297,791	298,72	300,072	299,042
413	299,649	300,163	300,474	297,872	300,169	300,605	299,551
414	299,55	299,957	300,002	297,556	300,152	300,38	299,311
415	299,054	299,884	301,056	298,96	299,543	300,386	299,423
416	299,926	300,315	300,43	298,269	300,373	300,618	299,667
417	299,635	300,226	300,707	298,472	300,158	300,596	299,55
418	299,649	300,137	300,746	298,529	300,165	300,488	299,502
419	299,658	300,144	300,411	298,23	300,1	300,465	299,445
420	299,188	299,586	300,366	298,288	299,611	299,915	298,851
421	299,617	299,975	300,33	298,284	300,215	300,329	299,27
422	298,938	299,965	301,119	298,793	299,502	300,414	299,375
423	299,369	299,875	300,779	298,313	299,877	300,246	299,229
424	299,693	300,564	301,574	299,438	300,231	300,984	299,926
425	300,098	300,892	300,862	297,77	300,68	301,243	300,177
426	299,678	300,537	301,461	298,89	300,191	300,977	299,973
427	299,904	300,475	300,655	298,353	300,445	300,833	299,739
428	300,039	300,505	301,025	298,71	300,486	300,863	299,817
429	300,238	300,862	301,58	299,272	300,698	301,241	300,22
430	299,887	300,41	301	298,543	300,385	300,781	299,755
431	300,125	300,548	300,744	298,377	300,636	300,914	299,882
432	299,721	300,342	300,692	298,251	300,281	300,698	299,661
433	299,12	299,636	300,039	297,759	299,687	300,063	298,999
434	299,397	298,82	298,75	296,675	300,01	299,087	297,988
435	301,014	300,211	298,724	296,175	301,556	300,349	299,261
436	297,411	297,95	298,957	296,762	297,949	298,355	297,345
437	298,465	299,206	300,734	298,528	298,895	299,669	298,75
438	300,025	300,581	300,858	298,419	300,547	300,946	299,964
439	299,848	300,687	301,965	299,165	300,375	301,137	300,174
440	299,791	300,484	300,869	298,447	300,182	300,826	299,932
441	299,686	300,179	300,372	298,072	300,173	300,498	299,477

Инструментальная позиция	ТП1021-1	ТП1021-2	ТП1021-3	ТП1022	ТП1023-1	ТП1023-2	ТП1023-3
442	300,069	300,668	300,446	298,006	300,534	300,957	299,945
443	299,776	300,453	300,879	298,515	300,159	300,808	299,914
444	299,695	300,059	300,569	298,348	300,152	300,342	299,386
445	299,869	300,065	299,88	297,273	300,382	300,335	299,294
446	299,419	299,829	300,469	298,163	299,745	300,122	299,235
447	299,549	300,145	300,441	298,07	300,003	300,449	299,464
448	299,44	299,91	300,335	298,127	299,962	300,264	299,159
449	298,64	299,566	300,32	298,084	298,978	299,937	299,024
450	299,334	299,789	300,071	297,61	299,821	300,121	299,175

Инструментальная позиция	ТП1046-1	ТП1046-2	ТП1046-3	ТП1047-1	ТП1047-2	ТП1047-3	ТП1049-1
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С
1	474,818	434,552	430,311	469,475	435,934	420,765	477,892
2	472,989	432,51	428,487	467,549	434,321	421,111	475,502
3	477,639	435,482	431,438	471,932	437,245	423,503	482,217
4	475,718	432,519	428,689	469,896	434,618	422,376	478,786
5	475,417	431,326	427,376	469,658	433,549	421,249	478,941
6	476,26	431,646	427,65	470,306	433,685	421,139	479,268
7	481,296	434,547	430,478	474,844	436,748	423,753	482,857
8	480,396	434,615	430,517	474,374	436,755	423,754	483,203
9	482,36	436,595	432,581	475,169	437,801	424,184	484,928
10	481,448	435,082	431,069	475,081	437,072	423,716	483,82
11	481,373	434,201	430,408	474,6	435,997	423,331	483,456
12	480,443	433,739	429,832	474,326	435,818	423,245	483,703
13	480,557	434,462	430,446	474,531	436,374	423,95	483,019
14	481,388	434,4	430,493	474,828	436,231	423,209	483,743
15	480,903	435,936	431,832	474,875	437,562	424,668	483,855
16	481,77	435,192	431,343	475,384	436,937	424,289	484,113
17	480,558	435,164	431,315	474,609	436,971	424,444	484,803
18	484,101	437,148	433,221	477,142	438,638	425,546	485,107
19	483,819	436,492	432,576	476,587	437,909	424,745	485,696
20	487,826	438,789	434,628	481,425	440,711	426,035	489,338
21	481,827	432,295	428,175	475,639	434,774	421,441	485,12
22	482,807	432,8	428,919	476,421	434,918	422,067	485,099
23	482,755	432,268	428,353	476,228	434,332	421,423	485,184
24	481,231	432,18	428,204	475,227	434,554	421,383	484,799

Инструментальная позиция	ТІ1046-1	ТІ1046-2	ТІ1046-3	ТІ1047-1	ТІ1047-2	ТІ1047-3	ТІ1049-1
25	480,887	432,062	428,003	474,791	434,313	421,107	485,296
26	480,377	432,171	428,144	474,37	434,28	421,224	483,871
27	481,16	431,227	427,408	474,453	433,282	421,046	483,699
28	481,013	431,3	427,492	474,879	433,436	421,095	483,871
29	481,322	430,771	426,77	474,934	432,816	420,023	485,252
30	482,925	432,23	427,953	477,224	434,562	421,071	486,281
31	483,106	432,959	428,79	476,793	435,12	421,621	486,721
32	485,078	433,556	429,215	478,495	435,822	421,683	487,436
33	485,387	434,824	430,53	479,118	436,97	423,091	487,175
34	485,041	434,664	430,486	478,689	436,766	423,011	487,092
35	484,534	433,818	429,539	478,365	435,911	421,981	487,248
36	485,097	435,046	430,922	478,765	437,096	423,248	486,939
37	485,2	434,997	430,922	478,872	437,084	423,27	486,828
38	485,076	433,528	429,638	478,614	435,599	422,515	488,064
39	485,198	434,587	430,641	478,832	436,589	423,537	487,08
40	485,047	433,449	429,314	478,771	435,632	422,042	487,278
41	484,694	433,788	429,395	478,553	435,809	422,156	487,556
42	484,959	434,115	429,754	478,753	436,422	422,343	486,835
43	484,62	434,035	429,598	478,678	436,33	422,273	486,7
44	485,065	433,33	429,218	478,669	435,785	422,643	487,549
45	485,275	433,533	429,286	478,75	435,927	422,264	486,836
46	485,375	433,941	429,536	479,115	436,218	422,364	487,297
47	484,785	434,649	430,072	478,715	436,951	422,612	487,502
48	485,125	434,777	430,276	478,897	437,187	422,669	486,698
49	485,101	434,423	429,901	478,859	436,533	422,096	487,1
50	485,103	434,393	429,991	478,734	436,467	422,137	486,929
51	484,931	434,178	429,706	478,711	436,255	421,926	486,675
52	484,577	433,752	429,308	478,559	435,885	421,355	487,106
53	484,865	434,509	430,015	478,703	436,542	421,841	486,896
54	484,754	434,525	429,998	478,821	437,094	422,114	486,824
55	484,58	434,532	429,962	478,618	436,815	421,867	486,632
56	484,632	435,291	430,697	478,742	437,636	422,53	487,065
57	484,773	433,605	429,42	478,098	435,848	421,743	486,585
58	483,831	432,828	428,521	477,748	435,211	421,465	486,082
59	484,745	433	428,511	478,592	435,398	421,161	487,548
60	484,549	432,957	428,418	478,325	435,358	421,01	486,414
61	484,542	433,535	429,109	478,482	435,889	421,553	487,084
62	483,528	433,359	429,196	477,689	435,624	422,463	486,442
63	484,514	433,894	429,512	478,437	435,928	422,171	486,899
64	484,198	433,71	429,297	477,971	435,729	422,02	486,475
65	484,686	434,37	429,964	478,831	436,632	422,56	487,125

Инструментальная позиция	ТІ1046-1	ТІ1046-2	ТІ1046-3	ТІ1047-1	ТІ1047-2	ТІ1047-3	ТІ1049-1
66	484,314	433,831	429,406	478,401	436,078	422,052	486,469
67	485,351	431,937	427,805	478,403	434,187	420,419	488,007
68	484,549	430,653	426,437	478,149	433,079	418,882	486,085
69	484,421	430,873	426,362	478,31	433,578	419,294	486,686
70	484,314	432,003	427,578	478,272	434,548	420,359	487,209
71	484,678	433,837	429,402	478,708	436,182	421,856	487,739
72	484,144	433,786	429,325	478,035	436,181	421,871	486,407
73	484,527	434,059	429,592	478,28	436,232	421,933	487,124
74	483,486	434,18	429,868	477,516	436,348	422,516	485,248
75	484,928	435,098	430,734	478,646	437,191	422,923	486,936
76	484,61	435,112	430,772	478,706	437,276	423,012	487,02
77	484,1	435,447	431,025	478,23	437,536	423,279	486,377
78	484,412	434,713	430,256	478,331	436,917	422,505	486,81
79	484,06	433,63	429,095	478,162	436,098	421,28	487,046
80	484,093	431,954	427,555	477,777	434,313	419,874	486,478
81	484,297	432,079	427,601	478,123	434,539	419,757	486,915
82	484,063	431,117	426,505	477,933	433,673	418,61	486,924
83	483,958	431,406	426,75	477,819	434,011	418,856	486,577
84	484,443	431,059	426,525	477,926	433,548	418,605	486,925
85	484,536	430,921	426,423	478,212	433,401	418,748	487,116
86	484,517	429,657	425,205	478,074	432,429	417,702	486,932
87	484,138	428,18	423,668	477,766	430,92	416,441	486,339
88	484,147	424,792	420,515	477,162	427,543	413,367	486,596
89	485,663	427,16	422,769	478,709	429,708	415,379	487,558
90	485,145	427,611	423,2	478,457	430,364	415,961	487,73
91	485,372	431,692	427,163	478,993	434,047	419,13	487,862
92	484,756	429,797	425,477	478,322	432,107	417,978	487,715
93	485,252	429,774	425,468	478,569	432,182	417,786	488,271
94	485,487	427,948	423,567	478,297	430,167	416,598	488,059
95	485,478	431,154	426,58	478,626	433,18	418,409	488,009
96	485,198	429,231	424,799	478,403	431,512	417,298	487,279
97	485,689	429,042	424,563	478,983	431,475	416,845	488,322
98	485,145	428,063	423,54	478,447	430,78	416,014	487,842
99	484,733	426,797	422,283	477,882	429,599	414,82	487,027
100	485,558	429,755	425,25	478,97	432,273	417,484	487,61
101	485,592	430,355	425,874	478,895	432,713	418,043	487,788
102	485,5	428,631	424,235	478,71	431,136	416,467	487,894
103	485,563	430,189	425,655	479,072	432,71	418,078	487,69
104	485,39	430,198	425,816	478,978	432,698	418,221	488,06
105	485,387	426,91	422,525	478,675	429,611	415,324	487,934
106	485,741	423,351	419,318	478,239	425,947	412,575	488,204

Инструментальная позиция	ТП1046-1	ТП1046-2	ТП1046-3	ТП1047-1	ТП1047-2	ТП1047-3	ТП1049-1
107	486,772	428,713	424,413	480,084	431,252	416,811	490,093
108	485,67	428,745	424,303	478,923	431,47	416,656	487,872
109	485,612	428,915	424,348	478,959	431,457	416,481	488,166
110	485,671	430,43	425,769	479,279	432,946	418,153	488,358
111	485,492	428,982	424,536	478,651	431,587	417,181	487,46
112	485,414	429,426	424,912	478,866	432,167	417,462	487,983
113	485,423	423,279	419,121	478,061	426,146	412,432	488,019
114	485,503	422,207	418,166	478,078	424,992	411,622	487,738
115	485,614	425,636	421,317	478,845	428,32	414,182	488,154
116	485,603	429,869	425,443	479,014	432,353	417,843	488,182
117	485,399	426,827	422,469	478,522	429,5	415,289	487,6
118	485,558	427,983	423,669	478,691	430,501	416,208	487,969
119	485,632	425,095	420,945	478,37	427,633	414,105	488,151
120	485,969	422,627	418,763	478,389	425,287	412,135	488,557
121	485,584	420,52	416,817	477,829	423,116	410,788	487,94
122	485,478	420,868	417,169	477,383	423,283	411,241	487,901
123	486,553	422,352	418,37	478,817	425,168	411,637	488,511
124	486,736	424,097	419,888	479,238	426,869	413,003	489,289
125	485,958	426,315	421,948	478,949	429,225	414,728	487,636
126	486,399	427,583	423,19	479,099	430,314	415,939	488,503
127	486,708	423,237	419,327	478,957	425,979	412,92	489,026
128	486,952	420,48	416,581	478,611	423,138	410,021	489,136
129	487,251	421,143	417,089	479,296	424,237	410,723	490,377
130	486,373	420,407	416,413	478,473	423,476	410,368	488,777
131	486,371	422,721	418,614	478,689	425,659	412,297	489,018
132	487,439	427,214	422,766	480,435	430,175	415,794	489,857
133	487,545	424,149	419,882	479,972	427,083	413,167	489,948
134	487,525	425,211	420,854	480,044	427,836	413,564	490,062
135	487,509	426,086	421,71	480,159	428,82	414,46	489,618
136	487,627	426,788	422,22	480,453	429,534	414,415	489,934
137	487,329	427,553	423,083	480,098	430,141	415,584	488,968
138	487,465	426,693	422,473	480,175	429,363	415,179	489,663
139	487,702	425,088	421,114	479,777	427,496	413,865	489,36
140	487,424	428,557	424,37	480,191	430,913	417,059	489,513
141	487,288	429,386	425,042	480,067	431,941	417,793	490,054
142	487,19	425,423	421,39	479,578	427,885	414,793	489,649
143	485,333	430,394	426,259	478,654	432,84	418,997	487,267
144	484,299	427,742	423,84	477,405	430,18	417,124	486,565
145	485,325	421,142	417,594	477,644	423,838	411,683	490,548
146	484,06	422,95	419,34	476,504	425,372	413,016	486,476
147	484,517	424,467	420,77	476,629	426,66	413,978	487,175

Инструментальная позиция	ТІ1046-1	ТІ1046-2	ТІ1046-3	ТІ1047-1	ТІ1047-2	ТІ1047-3	ТІ1049-1
148	484,611	428,709	424,729	477,592	431,004	417,528	487,028
149	484,425	429,688	425,513	477,467	432,007	418,17	486,3
150	484,5	426,517	422,548	477,288	428,881	415,621	487,01
151	484,452	426,798	422,801	477,352	429,257	415,659	486,962
152	484,179	427,828	423,858	477,202	430,294	416,647	486,337
153	484,457	429,011	424,965	477,518	431,219	417,464	486,765
154	484,24	426,702	422,785	477,028	429,005	415,73	486,592
155	484,193	424,403	420,707	476,427	426,662	414,108	486,19
156	484,127	424,339	420,722	476,586	426,678	414,082	486,48
157	484,487	428,045	424,157	477,369	430,378	417,025	486,834
158	484,6	426,822	422,994	477,327	429,127	415,905	486,679
159	484,35	428,838	424,842	477,526	431,16	417,378	486,775
160	484,812	430,103	425,958	477,983	432,287	418,307	487,369
161	483,855	429,944	425,903	477,294	432,071	418,542	485,649
162	484,516	429,193	425,222	477,546	431,272	418,004	486,486
163	483,756	429,113	425,08	476,958	431,331	417,837	485,489
164	481,654	428,713	424,215	476,606	431,897	416,983	484,203
165	483,303	428,597	424,386	477,392	431,482	417,022	485,244
166	484,464	429,844	425,64	478,378	432,674	418,012	486,428
167	484,57	429,968	425,681	478,576	432,785	418,111	486,695
168	484,597	426,536	422,695	478,019	429,252	415,917	486,675
169	484,246	425,355	421,486	477,762	428,1	414,975	486,033
170	484,515	424,412	420,553	478,157	427,281	414,214	486,589
171	486,342	429,364	425,109	480,02	432,215	417,646	488,321
172	486,559	429,732	425,315	480,266	432,631	417,56	488,265
173	486,559	430,393	426,062	480,352	433,273	418,27	488,7
174	486,54	430,683	426,421	480,151	433,427	418,743	488,544
175	486,559	430,615	426,283	480,194	433,286	418,656	488,183
176	485,521	428,986	424,94	479,266	431,862	417,676	486,958
177	485,976	429,936	425,671	479,716	432,846	418,092	487,541
178	488,1	430,404	425,848	481,53	433,456	417,686	490,218
179	488,381	424,135	419,785	481,043	427,358	412,033	489,941
180	487,59	426,364	422,005	480,188	429,391	413,588	488,818
181	487,276	426,38	422,128	480,522	429,607	414,48	489,232
182	487,315	427,363	422,841	480,844	430,698	415,25	489,624
183	485,482	426,958	422,442	478,59	430,129	415,026	484,766
184	485,669	428,516	424,13	479,411	431,576	416,523	489,118
185	486,767	429,787	425,293	480,678	432,934	417,5	490,573
186	487,504	431,765	427,193	481,587	434,841	418,999	489,64
187	488,252	429,593	425,161	481,559	432,7	417,45	490,142
188	488,322	428,835	424,514	481,796	432,092	416,828	490,451

Инструментальная позиция	Т11046-1	Т11046-2	Т11046-3	Т11047-1	Т11047-2	Т11047-3	Т11049-1
189	488,297	431,656	427,235	481,898	434,744	419,137	490,203
190	488,437	434,464	430,035	482,304	437,471	421,695	490,389
191	488,361	433,311	428,727	482,24	436,422	420,171	490,556
192	488,417	432,84	428,201	482,081	436,195	419,795	489,981
193	488,809	431,487	427,026	482,142	434,695	418,864	491,47
194	487,605	429,531	425,23	480,96	432,748	417,791	489,201
195	487,379	428,571	424,2	481,04	432,193	416,847	489,474
196	488,234	428,548	424,105	481,687	432,068	416,638	491,16
197	488,631	431,212	426,766	482,083	434,403	418,59	491,058
198	488,41	432,031	427,536	481,937	435,162	419,24	490,512
199	488,582	432,816	428,27	482,118	435,909	419,705	490,877
200	488,037	432,071	427,663	481,437	434,983	419,627	489,999
201	488,535	431,956	427,534	481,986	434,896	419,447	490,34
202	488,198	431,516	427,11	481,841	434,59	419,099	490,382
203	488,203	431,532	427,046	481,866	434,525	419,1	490,311
204	489,342	429,996	425,623	482,61	433,181	417,45	492,285
205	488,253	426,411	422,242	481,138	429,619	414,648	490,073
206	488,359	424,935	420,78	481,341	428,296	413,635	491,033
207	488,994	426,943	422,674	481,944	430,257	415,007	491,367
208	486,452	427,595	423,368	479,898	430,709	415,844	486,89
209	489,589	425,41	421,288	482,59	428,758	413,997	493,554
210	488,739	423,474	419,385	481,362	426,842	412,414	491,433
211	489,35	423,063	419,049	481,804	426,398	412,145	492,179
212	481,945	422,824	419,176	475,12	425,638	412,567	484,066
213	482,229	424,107	420,372	475,523	426,823	413,345	484,362
214	482,252	424,306	420,577	475,514	427,028	413,485	484,345
215	484,228	425,657	421,818	477,456	428,401	415,073	486,782
216	485,552	428,969	425,012	479,459	431,651	417,677	489,356
217	484,005	424,996	421,279	477,257	427,881	414,601	486,233
218	484,333	422,085	418,493	477,313	425,017	412,165	487,295
219	483,036	421,137	417,494	476,121	423,969	411,414	484,132
220	487,257	419,815	416,188	479,466	422,962	409,984	489,589
221	487,377	419,774	416,106	479,646	423,067	409,656	489,834
222	488,673	422,721	418,775	481,137	426,069	412,055	491,85
223	487,278	425,189	421,107	480,337	428,621	413,894	490,005
224	487,764	425,682	421,432	480,77	429,117	413,697	490,634
225	487,923	419,497	415,647	480,287	423,116	409,277	490,236
226	487,834	418,935	415,027	479,945	422,611	408,889	490,586
227	489,342	427,227	422,772	482,019	430,488	415,04	490,97
228	490,089	431,111	426,489	483,544	434,53	418,625	492,34
229	491,162	427,144	422,659	484,023	430,834	415,329	493,63

Инструментальная позиция	ТІ1046-1	ТІ1046-2	ТІ1046-3	ТІ1047-1	ТІ1047-2	ТІ1047-3	ТІ1049-1
230	491,646	418,004	414,071	483,017	421,621	407,46	494,971
231	493,775	421,744	417,535	485,894	425,483	410,387	496,305
232	493,623	421,833	417,47	485,515	425,635	409,998	496,025
233	493,318	425,383	420,748	485,927	429,392	412,783	495,614
234	493,25	426,108	421,438	485,952	430,165	413,563	495,406
235	493,668	426,173	421,507	485,757	429,795	413,202	495,194
236	493,477	419,427	415,193	484,461	423,059	408,336	495,885
237	493,102	418,156	413,993	484,622	422,02	407,388	495,081
238	493,503	416,267	412,479	484,513	420,059	406,13	496,468
239	494,52	420,837	416,675	486,112	424,625	409,701	496,866
240	493,168	423,097	418,958	484,855	426,709	412,02	495,154
241	493,477	418,123	414,362	484,595	421,656	407,821	495,96
242	493,094	415,042	411,343	483,754	418,648	405,189	495,114
243	493,219	414,697	411,169	484,033	418,359	404,93	495,127
244	493,33	413,682	410,153	483,82	417,283	404,21	495,621
245	493,748	426,945	422,322	486,48	430,764	414,596	496,214
246	493,349	423,079	418,624	485,412	426,949	411,358	495,315
247	493,323	415,003	411,269	483,935	418,724	405,107	495,664
248	493,358	413,848	410,282	483,678	417,481	404,46	495,811
249	494,018	414,091	410,558	484,214	417,542	404,82	495,75
250	494,485	413,05	409,79	484,321	416,516	404,191	496,89
251	494,324	420,874	416,549	485,888	424,76	409,372	496,617
252	494,417	420,203	416,099	485,636	423,942	409,21	496,495
253	494,561	414,512	410,96	484,666	417,978	405,028	497,033
254	494,222	413,267	409,713	484,248	416,966	404,049	496,555
255	494,231	413,04	409,595	484,204	416,591	403,932	496,557
256	492,659	412,371	408,896	483,308	416,173	403,649	494,346
257	494,381	415,351	411,515	485,051	419,12	405,227	496,785
258	493,88	426,481	421,779	486,468	430,496	413,547	496,428
259	493,122	430,273	425,664	485,895	433,97	417,713	495,606
260	493,15	425,548	421,21	485,671	429,589	414,084	495,772
261	493,085	421,455	417,349	484,848	425,276	410,49	495,541
262	494,202	422,051	417,717	485,897	425,999	410,429	496,755
263	494,243	424,038	419,588	486,019	427,735	411,988	496,771
264	494,035	425,171	420,646	486,093	429,192	413,249	496,46
265	494,157	426,586	422,004	486,515	430,539	414,293	496,757
266	494,164	427,204	422,53	486,602	431,067	414,613	496,918
267	494,2	426,882	422,281	486,607	430,684	414,576	496,384
268	493,961	427,64	422,873	486,66	431,483	415,232	496,505
269	494,063	427,343	422,773	487,022	431,173	415,237	496,788
270	494,129	425,997	421,39	486,743	429,705	413,955	496,62

Инструментальная позиция	ТІ1046-1	ТІ1046-2	ТІ1046-3	ТІ1047-1	ТІ1047-2	ТІ1047-3	ТІ1049-1
271	494,288	423,826	419,384	486,133	427,502	411,791	496,839
272	494,184	425,432	420,834	486,636	429,207	413,163	496,721
273	493,701	424,553	420,21	485,936	428,219	412,418	495,766
274	494,175	422,921	418,361	486,257	426,762	410,783	496,559
275	494,353	422,261	417,754	486,179	426,081	410,174	496,804
276	494,044	421,972	417,421	485,757	425,774	409,697	496,29
277	494,171	421,666	417,017	485,851	425,406	409,603	496,759
278	494,134	423,221	418,588	486,209	427,176	410,922	496,714
279	494,376	422,757	418,203	486,206	426,45	410,515	496,55
280	494,388	424,139	419,601	486,39	427,833	411,57	496,625
281	493,992	431,931	426,875	487,256	435,372	418,017	496,532
282	494,175	429,435	424,606	486,997	432,974	416,027	496,445
283	494,274	426,029	421,391	486,765	429,767	413,212	496,531
284	494,021	426,942	422,299	486,432	430,41	413,816	496,366
285	494,342	429,966	425,199	487,058	433,368	416,716	496,362
286	494,359	429,226	424,567	487,145	432,694	416,094	496,741
287	494,235	423,24	418,774	486,286	426,897	411,016	496,814
288	494,233	424,846	420,264	486,447	428,432	412,096	496,287
289	494,193	423,653	419,071	486,229	427,318	411,035	496,439
290	494,149	424,791	420,18	486,168	428,398	412,082	496,663
291	494,183	424,715	420,154	486,84	428,51	412,336	496,334
292	494,126	427,253	422,674	486,741	430,947	414,37	496,44
293	494,19	429,261	424,582	487,051	432,882	416,219	496,597
294	494,232	426,861	422,107	486,719	430,578	414,069	496,189
295	494,287	425,089	420,557	486,511	428,685	412,49	496,426
296	494,13	422,465	417,866	485,755	426,112	409,854	496,576
297	494,055	421,52	416,942	485,897	425,299	409,471	496,181
298	494,358	421,188	416,612	486,469	425,01	408,943	496,569
299	494,144	416,053	411,964	485,297	419,85	405,309	496,352
300	494,165	418,422	414,178	485,408	422,102	407,015	496,17
301	494,223	418,104	414,007	485,386	421,692	407,156	496,539
302	494,426	420,384	416,084	485,862	424,058	408,797	496,681
303	493,975	422,691	418,304	485,931	426,617	410,893	496,211
304	494,124	426,116	421,5	486,577	430,054	413,326	496,746
305	494,027	424,63	420,081	486,217	428,471	412,462	496,526
306	490,076	431,458	427,107	483,595	434,747	418,906	492,253
307	486,254	436,312	432	480,317	438,936	423,66	488,627
308	481,904	435,458	431,616	476,374	437,773	424,128	484,136
309	482,042	435,503	431,698	476,187	437,618	424,171	484,549
310	482,212	436,609	432,79	476,437	438,656	425,849	484,637
311	482,083	440,454	436,874	476,628	442,325	430,013	484,219

Инструментальная позиция	ТП1046-1	ТП1046-2	ТП1046-3	ТП1047-1	ТП1047-2	ТП1047-3	ТП1049-1
312	481,946	439,982	436,348	476,573	441,978	429,149	483,496
313	481,416	437,861	434,069	476,046	439,97	427,128	483,501
314	484,344	433,899	430,128	478,365	436,408	423,255	486,383
315	486,165	434,182	430,355	479,899	436,662	423,363	488,561
316	486,408	433,576	429,754	479,774	436,043	422,857	488,989
317	486,192	434,336	430,569	479,929	436,735	423,742	488,286
318	488,188	437,184	433,255	482,004	439,576	425,975	490,581
319	488,278	438,088	434,074	482,248	440,577	426,648	490,818
320	484,164	438,352	434,731	478,542	440,558	427,559	486,895
321	484,137	437,282	433,652	478,19	439,469	426,56	486,58
322	484,276	437,996	434,229	478,64	440,323	426,971	486,405
323	484,077	439,52	435,768	478,458	441,588	428,297	486,403
324	483,902	438,818	435,123	478,196	440,9	428,142	486,524
325	484,03	439,469	435,792	478,443	441,496	428,76	486,708
326	484,113	439,72	436,016	478,544	441,701	428,985	486,493
327	484,158	438,062	434,323	478,484	440,171	427,424	486,597
328	484,023	436,842	433,127	478,272	439,09	426,252	486,651
329	484,261	437,092	433,438	478,381	439,248	426,448	486,638
330	484,052	438,553	434,872	478,414	440,626	427,855	486,655
331	484,058	438,67	434,898	478,528	440,793	427,87	486,703
332	484,128	435,323	431,62	477,979	437,398	425,219	486,524
333	484,098	434,815	431,288	478,162	437,045	424,387	486,417
334	484,046	435,565	431,947	478,069	437,646	424,999	486,505
335	484,129	435,604	431,925	478,102	437,595	425,117	486,356
336	484,029	435,427	431,758	478,093	437,565	424,815	486,627
337	484,163	437,271	433,649	478,449	439,268	426,489	486,529
338	484,054	437,025	433,274	478,401	439,215	426,118	486,572
339	484,13	437,403	433,631	478,333	439,576	426,582	486,602
340	483,901	436,407	432,711	478,218	438,632	425,741	486,635
341	483,96	436,066	432,251	478,226	438,184	425,302	486,269
342	484,023	435,958	432,172	478,339	438,119	424,974	486,599
343	484,083	437,226	433,528	478,434	439,335	426,143	486,586
344	484,202	438,122	434,32	478,477	440,135	426,83	486,413
345	484,09	438,438	434,784	478,489	440,453	427,477	486,481
346	484,038	439,09	435,389	478,489	441,073	427,989	486,436
347	484,247	440,042	436,243	478,687	441,908	428,928	486,248
348	484,133	440,581	436,839	478,773	442,457	429,42	486,54
349	483,993	441,593	437,981	478,708	443,389	430,589	486,415
350	483,201	439,927	436,223	477,77	441,662	428,921	485,32
351	484,234	441,225	437,675	478,865	442,962	430,248	486,4
352	484,107	442,209	438,714	478,692	443,826	431,698	485,746

Инструментальная позиция	Т11046-1	Т11046-2	Т11046-3	Т11047-1	Т11047-2	Т11047-3	Т11049-1
353	481,184	441,16	437,895	476,051	442,604	431,429	483,083
354	481,65	440,495	437,198	476,47	442,171	430,326	484,037
355	484,309	441,174	437,594	478,856	443,008	430,343	486,409
356	484,025	440,847	437,242	478,521	442,757	429,899	486,285
357	484,212	439,313	435,602	478,792	441,424	427,947	486,268
358	484,186	439,698	436,087	478,518	441,5	428,584	486,364
359	483,178	438,57	434,928	477,434	440,381	427,597	485,407
360	484,225	438,857	435,157	478,482	440,746	427,611	486,544
361	484,078	438,196	434,534	478,118	439,992	427,265	486,507
362	484,08	437,766	434,048	478,223	439,664	426,667	486,288
363	484,074	437,564	433,78	478,326	439,484	426,356	486,488
364	482,412	450,082	446,611	478,168	451,075	439,074	485,093
365	481,966	444,931	441,15	477,287	446,175	432,732	484,604
366	482,678	446,548	442,786	477,968	447,586	434,523	484,771
367	482,624	447,907	444,226	478,204	448,936	436,168	484,951
368	482,365	449,384	445,741	477,986	450,448	438,258	484,855
369	482,638	448,186	444,235	478,499	449,401	436,198	485,249
370	482,538	447,601	443,734	478,354	448,8	435,711	485,026
371	482,511	448,279	444,464	478,347	449,395	436,194	484,418
372	483,62	450,735	446,892	479,628	451,905	438,675	485,81
373	483,951	448,332	444,319	479,789	449,662	435,756	486,34
374	483,501	442,797	438,34	479,17	444,643	428,932	486,039
375	483,451	443,137	438,757	479,051	444,852	429,637	485,688
376	483,612	442,721	438,411	479,133	444,496	429,198	486,249
377	483,53	441,222	436,712	478,961	443,116	427,505	485,949
378	483,564	440,783	436,238	479,024	442,698	427,189	485,76
379	483,443	439,263	434,954	478,711	441,306	426,142	485,932
380	483,38	440,442	436,009	478,797	442,425	426,982	485,852
381	483,576	439,792	435,486	478,917	441,636	427,569	486,023
382	483,49	434,675	430,41	478,394	436,824	422,716	486,042
383	483,563	443,517	439,336	479,074	445,189	430,836	486,194
384	484,51	440,799	436,463	479,832	442,739	427,953	487,024
385	484,34	441,661	437,388	479,686	443,541	428,601	486,982
386	484,562	442,738	438,368	479,964	444,647	429,485	487,16
387	483,694	441,43	436,888	479,156	443,469	427,731	486,4
388	483,878	441,294	436,722	479,589	443,586	427,641	486,344
389	483,814	440,903	436,407	479,207	443,062	427,146	486,373
390	485,142	442,24	437,728	480,227	444,02	427,792	487,355
391	484,799	442,455	438,025	479,812	444,175	428,031	487,117
392	484,334	440,313	436,033	479,697	442,312	427,904	487,08
393	484,409	433,709	429,423	479,311	436,107	422,317	487,021

Инструментальная позиция	Т11046-1	Т11046-2	Т11046-3	Т11047-1	Т11047-2	Т11047-3	Т11049-1
394	483,991	436,426	432,107	478,99	438,631	423,905	486,767
395	484,619	443,622	439,264	480,119	445,544	430,705	487,565
396	484,386	441,893	437,485	479,811	444,004	428,725	487,165
397	485,655	444,474	440,08	481,053	446,277	431,05	488,959
398	485,493	440,779	436,296	480,431	442,791	426,78	488,63
399	485,005	437,272	432,666	480,32	439,682	424,293	488,446
400	485,319	436,642	432,167	480,849	439,143	424,281	489,102
401	484,317	440,218	435,619	479,702	442,28	426,474	486,909
402	484,412	443,075	438,49	479,948	444,838	428,924	486,872
403	484,011	442,364	437,712	479,738	444,466	428,216	487,176
404	483,926	443,293	438,685	479,718	445,357	429,287	486,794
405	484,243	443,983	439,366	479,922	446,19	429,784	486,898
406	484,441	441,963	437,277	480,151	444,002	427,471	487,104
407	484,482	439,558	434,935	479,778	441,788	425,629	487,226
408	484,265	439,498	434,896	479,507	441,619	425,533	487,022
409	484,482	437,966	433,309	479,55	440,185	423,903	487,432
410	484,149	437,751	433,182	479,271	440,034	424,083	486,802
411	484,538	437,227	432,604	479,583	439,462	423,286	487,235
412	482,967	438,299	433,615	478,408	440,511	424,245	485,352
413	484,384	440,879	436,237	479,671	442,788	426,352	486,841
414	484,406	440,2	435,568	479,537	442,14	426,097	487,017
415	484,104	439,631	435,031	479,294	441,677	425,67	486,866
416	484,399	440,06	435,525	479,67	442,151	426,346	487,105
417	484,285	440,576	436,073	479,569	442,786	426,924	487,031
418	484,223	440,431	435,855	479,53	442,599	426,633	487,067
419	484,45	440,211	435,826	479,652	442,317	426,891	487,019
420	484,361	440,004	435,558	479,653	442,004	426,586	487,285
421	484,027	440,937	436,582	479,255	442,784	427,843	486,722
422	483,223	442,915	438,618	478,776	444,81	430,19	485,988
423	484,15	444,86	440,637	479,687	446,467	431,976	486,982
424	484,063	444,376	440,222	479,55	446,004	431,705	486,891
425	484,197	439,94	435,567	479,332	441,825	428,18	486,937
426	484,122	439,305	434,981	479,233	441,345	426,638	486,769
427	484,528	443,517	439,316	479,729	444,947	430,509	487,305
428	484,434	440,82	436,674	479,503	442,665	428,633	487,129
429	484,213	438,54	434,404	479,293	440,749	426,793	487,255
430	484,386	440,807	436,68	479,679	442,807	428,886	487,312
431	484,394	439,895	435,752	479,556	441,875	427,966	487,374
432	484,441	439,973	435,837	479,504	441,929	427,987	486,918
433	484,309	438,931	434,722	479,261	440,977	426,349	486,792
434	484,778	440,103	435,669	479,797	442,108	426,649	487,436

Инструментальная позиция	ТП1046-1	ТП1046-2	ТП1046-3	ТП1047-1	ТП1047-2	ТП1047-3	ТП1049-1
435	486,175	440,872	436,634	481,062	442,744	427,814	490,056
436	483,658	437,944	433,789	478,736	440,054	425,63	486,218
437	484,06	438,14	433,9	478,951	440,2	425,743	486,09
438	484,479	439,86	435,561	479,328	441,68	428,042	487,012
439	484,311	441,667	437,492	479,626	443,578	429,101	487,081
440	484,298	442,437	438,276	479,483	444,13	429,821	486,697
441	484,418	441,93	437,906	479,473	443,602	429,518	486,997
442	484,511	440,778	436,695	479,402	442,431	429,038	486,967
443	484,336	443,122	439,067	479,535	444,805	430,779	486,779
444	484,299	442,836	438,79	479,573	444,6	430,452	486,98
445	484,893	443,47	439,324	480,129	445,13	430,784	487,772
446	484,634	444,151	440,037	479,78	445,717	431,441	486,658
447	484,362	444,128	440,074	479,593	445,688	431,4	486,91
448	484,073	442,801	438,695	479,212	444,427	430,32	486,896
449	484,142	442,882	438,788	479,234	444,436	430,459	486,583
450	484,289	443,036	438,851	479,483	444,604	430,504	486,897

Инструментальная позиция	ТП1049-2	ТП1049-3	ТП1050-1	ТП1050-2	ТП1050-3	ТП1051	ТП1054-1
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С
1	454,819	455,276	452,089	432,377	475,055	426,235	474,98
2	453,255	453,488	449,694	431,598	472,895	424,816	475,264
3	458,216	458,444	454,627	437,803	478,956	428,16	481,898
4	457,401	457,183	453,223	430,052	475,524	425,82	478,023
5	456,653	456,399	452,614	429,166	476,166	424,927	475,859
6	456,278	456,13	451,808	437,157	475,996	425,203	476,412
7	461,533	461,394	457,566	440,143	479,47	428,055	480,558
8	461,667	461,382	457,331	439,796	479,706	427,977	480,941
9	463,17	462,932	458,933	442,744	481,902	429,706	481,6
10	461,225	461,125	457,7	440,837	481,017	428,476	480,47
11	461,357	461,138	456,933	443,99	480,76	428,197	481,018
12	461,313	461,126	457,404	444,395	480,809	427,642	481,137
13	461,448	461,205	457,475	444,306	480,351	428,304	480,798
14	460,979	460,873	457,436	446,221	480,758	428,247	480,582
15	462,135	462,023	458,434	443,006	481,057	428,999	481,005
16	461,996	462,092	458,421	446,685	481,309	429,524	482,171
17	462,551	462,619	458,847	449,143	482,158	429,396	482,376

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
18	462,69	462,832	459,083	446,649	481,785	431,201	482,922
19	462,47	462,715	458,556	450,365	482,584	430,499	483,751
20	464,115	464,789	461,357	452,033	485,764	432,377	486,848
21	460,052	460,104	456,26	444,668	481,42	426,351	485,8
22	460,366	460,496	456,753	446,702	481,571	427,435	485,663
23	459,794	459,855	456,186	436,899	482,232	426,854	484,469
24	459,607	459,635	456,182	434,153	481,796	426,582	482,829
25	459,41	459,49	455,929	440,666	482,126	426,292	483,923
26	458,264	458,362	454,934	441,141	480,669	426,61	481,645
27	459,198	459,231	455,525	431,264	480,826	426,306	481,511
28	459,247	459,342	455,721	433,82	480,768	426,26	483,119
29	459,051	459,117	455,544	435,234	482,086	425,488	483,18
30	460,595	460,636	457,169	436,488	483,43	426,657	484,66
31	461,289	461,376	457,83	436,745	483,616	427,155	484,222
32	461,562	461,646	458,047	439,466	484,248	427,394	486,55
33	462,685	462,878	459,474	449,427	484,53	428,806	486,306
34	462,572	462,745	459,011	450,166	484,153	428,838	485,75
35	461,937	462,139	458,439	451,057	484,326	428,046	486,149
36	462,573	462,788	459,179	454,01	484,36	429,059	485,941
37	462,453	462,479	458,923	447,6	483,951	429,141	485,683
38	462,703	462,695	459,356	448,532	485,049	428,456	486,946
39	463,152	463,089	484,346	459,755	438,636	429,487	486,158
40	462,189	462,035	484,254	458,584	439,399	428,188	486,137
41	462,473	462,178	484,661	458,657	453,131	428,192	486,583
42	462,09	461,771	483,687	458,107	451,158	428,234	485,954
43	461,995	461,734	483,978	457,895	451,808	428,171	484,687
44	462,967	462,786	484,617	458,897	451,058	428,565	485,034
45	462,542	462,329	483,921	458,657	451,255	428,265	484,615
46	462,641	462,533	484,561	458,877	450,774	428,483	484,848
47	463,044	463,044	484,828	459,371	453,368	428,401	484,405
48	462,642	462,604	483,948	459,005	452,669	428,483	483,742
49	462,231	462,191	484,312	458,649	451,803	428,297	484,164
50	462,244	462,272	484,245	458,786	453,088	428,204	484,767
51	461,911	461,966	484,061	458,731	449,051	428,08	484,327
52	461,779	461,809	484,48	458,322	452,522	427,604	484,361
53	461,686	461,709	484,285	458,342	448,07	428,091	484,829
54	461,752	461,764	484,04	458,365	451,601	428,067	485,393
55	461,473	461,493	483,953	458,125	450,495	427,955	484,709
56	462,024	462,058	484,142	458,199	452,181	428,538	485,105
57	461,339	461,324	483,534	457,986	450,689	427,853	484,661
58	461,2	461,192	483,474	457,454	452,017	427,217	484,173

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
59	461,776	461,793	484,897	458,007	451,44	427,301	485,488
60	461,041	461,097	483,856	457,471	445,73	427,248	484,413
61	461,822	461,845	484,626	458,687	431,476	427,757	484,764
62	462,78	462,801	483,879	459,399	451,905	428,107	484,872
63	462,189	462,214	484,369	459,458	450,462	428,419	484,6
64	461,713	461,753	483,757	458,445	448,887	428,301	484,373
65	462,44	462,572	484,672	459,433	450,872	428,757	485,196
66	461,77	461,808	483,754	458,777	448,416	428,194	484,689
67	461,43	461,516	484,903	458,279	448,197	427,029	485,399
68	459,019	459,144	483,161	456,104	447,519	425,564	483,722
69	460,253	460,357	483,733	456,749	449,028	425,363	483,641
70	461,497	461,544	483,928	458,119	449,738	426,28	484,598
71	462,678	462,768	484,705	459,121	453,416	428,056	484,521
72	461,974	462,033	483,567	458,732	452,437	427,971	482,912
73	462,443	462,557	484,224	459,082	451,531	428,255	484,42
74	461,437	461,504	482,325	458,062	449,916	428,316	482,452
75	462,453	462,537	484,219	459,443	450,581	429,187	484,027
76	462,816	462,863	484,385	459,609	448,579	429,386	484,34
77	462,555	462,543	483,283	458,745	451,365	429,249	483,889
78	462,056	462,098	483,607	458,369	450,283	428,703	483,826
79	461,05	461,089	483,642	457,346	452,442	427,553	483,549
80	459,799	459,869	483,646	456,322	449,819	426,047	483,443
81	460,27	460,305	484,162	456,915	449,07	425,975	484,19
82	459,193	459,217	484,026	455,84	443,49	425,013	484,429
83	459,419	459,41	483,532	456,014	446,221	425,201	483,751
84	459,617	459,684	484,201	456,286	447,57	425,028	484,488
85	459,557	459,619	484,024	456,198	444,818	425,148	484,627
86	458,644	458,658	483,959	455,53	431,891	424,116	484,016
87	457,52	457,545	483,848	454,083	444,09	422,955	484,108
88	454,581	454,656	483,619	451,284	443,615	420,267	484,279
89	457,426	457,486	484,139	453,887	448,275	422,468	485,492
90	457,931	457,991	484,063	453,876	443,547	422,769	485,373
91	462,475	462,604	482,896	458,243	452,257	426,468	485,094
92	461,736	461,838	483,117	457,192	452,74	425,266	484,943
93	461,368	461,524	483,537	457,218	452,667	425,11	485,215
94	459,796	459,94	485,491	456,436	451,139	423,67	485,101
95	461,019	461,144	485,254	457,709	445,072	425,468	485,059
96	459,494	459,61	484,53	456,008	444,257	424,089	484,725
97	458,836	458,936	485,755	455,35	449,711	423,864	485,793
98	458,361	458,47	485,196	454,224	449,793	423,019	484,735
99	456,671	456,703	484,209	452,452	449,02	421,793	484,293

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
100	459,086	459,197	484,983	455,212	443,109	424,211	485,005
101	459,481	459,518	484,607	455,361	444,698	424,822	484,761
102	457,762	457,882	483,966	453,483	443,868	423,248	484,848
103	458,82	458,901	484,977	454,817	436,185	424,653	484,912
104	459,265	459,383	485,614	455,609	440,645	424,908	485,233
105	456,655	456,766	483,15	452,157	446,559	422,142	485,226
106	454,146	454,256	484,418	449,791	437,042	419,789	485,545
107	458,949	459,201	485,621	454,689	445,594	424,04	487,863
108	458,072	458,159	484,475	453,432	444,737	423,457	484,946
109	458,118	458,265	482,62	453,416	444,536	423,552	485,362
110	459,291	459,397	483,126	454,306	442,749	424,765	485,839
111	458,111	458,2	483,742	453,19	444,62	423,9	485,116
112	458,845	458,949	483,797	453,76	445,915	424,087	485,343
113	454,346	454,435	483,477	448,981	440,99	419,581	485,372
114	452,836	452,948	483,658	448,624	442,16	418,916	484,252
115	455,983	456,052	484,173	451,519	443,371	421,275	484,351
116	459,376	459,472	483,893	455,419	446,803	424,55	484,489
117	456,834	456,853	483,789	453,887	446,423	422,226	483,557
118	457,751	457,808	484,195	454,073	442,824	423,029	484,02
119	455,784	455,867	484,046	452,578	433,239	421,103	484,126
120	453,837	453,877	484,025	450,466	439,626	419,526	485,02
121	452,042	452,121	484,02	447,831	434,354	418,058	483,958
122	452,953	453,095	483,467	448,852	441,198	418,498	484,192
123	454,074	454,106	482,916	450,671	445,716	419,084	484,373
124	456,025	456,081	485,648	451,212	441,665	420,413	485,521
125	456,378	456,49	483,266	451,748	442,86	421,813	483,826
126	458,261	458,339	486,027	454,744	447,027	422,899	484,67
127	455,808	455,883	486,156	452,171	447,667	420,085	485,239
128	452,19	452,33	484,134	447,938	441,035	417,85	485,082
129	453,556	453,675	486,488	449,54	441,107	418,448	486,175
130	452,8	452,884	485,523	448,155	440,31	417,755	484,429
131	454,994	455,127	486,454	450,313	442,233	419,444	484,795
132	459,495	459,575	487,306	455,117	445,432	422,69	485,682
133	456,886	456,925	487,493	452,596	443,201	420,635	486,048
134	457,435	457,551	487,234	453,099	441,919	420,977	486,078
135	457,385	457,483	486,4	454,469	436,167	421,855	485,546
136	458,028	458,06	486,294	455,132	439,205	421,786	485,938
137	458,577	458,633	485,54	455,746	441,32	422,82	485,254
138	458,329	458,386	487,128	454,791	444,382	422,544	485,617
139	456,076	456,269	486,423	453,012	444,343	421,635	485,028
140	459,717	459,786	486,885	456,648	445,342	424,376	485,431

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
141	461,103	461,168	487,151	458,072	445,268	425	485,588
142	457,66	457,767	485,66	453,579	447,419	422,178	485,52
143	461,295	461,377	484,204	456,684	452,28	426,186	483,25
144	459,316	459,459	483,673	455,386	449,469	424,245	482,142
145	455,383	455,553	486,192	451,144	443,998	419,62	484,592
146	455,132	455,212	481,682	450,578	444,103	420,666	478,421
147	456,323	456,45	481,872	451,462	441,347	421,548	479,441
148	460,04	460,182	481,298	455,019	446,083	424,628	480,665
149	460,19	460,29	480,57	454,447	444,426	425,195	479,849
150	458,407	458,507	481,14	452,392	443,525	422,994	482,196
151	458,183	458,315	480,667	452,482	444,455	423,046	482,312
152	458,66	458,804	480,198	453,078	444,831	423,859	481,677
153	459,499	459,653	480,43	453,593	444,908	424,645	482,187
154	457,775	457,941	480,421	451,704	444,4	422,954	481,824
155	456,359	456,497	479,591	450,463	445,268	421,469	481,36
156	456,339	456,458	479,575	450,649	446,205	421,477	481,674
157	459,342	459,498	479,005	453,259	449,524	424,115	481,976
158	458,128	458,257	479,089	452,004	446,304	423,249	481,57
159	459,715	459,846	479,614	453,539	448,016	424,659	482,238
160	460,492	460,676	479,604	454,505	449,575	425,742	482,615
161	459,999	460,107	478,361	453,67	446,752	425,479	481,155
162	459,894	460,05	478,585	453,511	446,237	425,128	481,925
163	459,412	459,558	477,507	453,002	441,513	424,85	481,057
164	458,115	458,168	477,517	450,094	444,71	423,35	481,837
165	457,265	457,422	478,066	451,001	447,26	424,042	481,254
166	459,311	459,438	480,405	453,97	449,47	424,82	481,986
167	459,739	459,877	479,613	453,303	446,307	425,087	482,991
168	457,756	457,88	479,207	451,207	446,146	423,248	482,371
169	456,704	456,825	479,085	449,999	446,807	422,449	481,939
170	456,117	456,221	481,503	450,193	444,134	421,644	482,656
171	460,651	460,73	480,883	454,295	446,957	425,053	483,836
172	460,416	460,492	483,331	455,592	446,662	424,862	483,599
173	461,333	461,378	482,923	455,136	449,466	425,629	484,154
174	461,593	461,684	480,572	452,918	449,481	425,955	484,155
175	461,621	461,675	482,005	454,628	447,845	426,026	483,841
176	460,445	460,422	482,368	454,297	446,198	424,711	482,722
177	461,081	461,136	480,057	453,506	450,857	425,291	483,301
178	460,76	460,903	482,409	453,965	451,802	425,216	485,98
179	454,757	454,828	482,105	447,931	447,296	420,459	485,685
180	456,548	456,642	480,108	450,526	445,291	421,455	484,578
181	458,009	458,016	480,753	449,725	442,317	421,956	484,506

Инструментальная позиция	Т11049- 2	Т11049- 3	Т11050- 1	Т11050- 2	Т11050- 3	Т11051	Т11054- 1
182	458,719	458,706	482,683	454,641	447,529	422,473	485,138
183	455,816	455,889	479	451,641	443,109	421,943	481,845
184	459,409	459,461	483,439	455,535	443,585	423,668	483,698
185	461,279	461,285	484,99	456,068	445,964	424,552	485,119
186	462,788	462,795	483,535	458,799	448,294	426,155	485,698
187	461,305	461,3	484,501	457,649	450,896	424,739	485,656
188	461,005	460,969	484,462	455,257	449,243	424,142	485,748
189	462,65	462,655	481,615	456,225	446,601	426,396	485,917
190	464,723	464,694	482,158	458,625	447,73	428,755	485,932
191	463,478	463,503	482,366	457,843	444,792	427,476	486,097
192	462,881	462,844	481,965	456,886	449,938	427,006	485,642
193	462,886	462,952	483,643	455,773	452,83	426,278	486,685
194	460,786	460,857	482,84	454,681	444,563	424,912	485,48
195	460,489	460,497	484,294	454,367	440,008	423,922	485,12
196	460,711	460,731	485,367	454,593	441,868	424,043	486,418
197	462,337	462,438	483,038	456,646	442,068	426,102	486,771
198	463,106	463,161	484,285	457,673	446,47	426,784	486,44
199	463,756	463,836	482,844	457,907	446,575	427,245	486,736
200	462,585	462,628	483,711	456,967	450,49	427,018	486,096
201	462,654	462,667	484,173	457,295	451,661	426,821	486,173
202	462,597	462,611	484,07	456,926	450,367	426,556	486,126
203	462,035	462,108	486,745	455,863	450,263	426,474	486,151
204	461,873	461,904	489,769	456,318	448,148	425,451	487,788
205	458,291	458,367	482,551	453,178	448,171	422,638	485,952
206	458,216	458,247	485,641	452,707	446,066	421,619	486,388
207	458,484	458,571	486,501	453,731	446,165	423,232	486,927
208	458,425	458,43	482,36	453,187	445,078	423,28	484,346
209	459,242	459,343	489,01	454,141	445,57	422,156	489,488
210	456,518	456,578	486,45	451,823	443,795	420,591	487,388
211	456,94	456,971	488,045	453,036	444,552	420,286	488,493
212	455,037	455,161	479,721	450,131	446,112	420,458	480,589
213	455,901	456,013	480,527	452,189	441,291	421,041	480,444
214	455,778	455,874	480,42	451,978	443,76	421,172	480,355
215	457,625	457,708	482,827	453,888	444,048	422,732	482,394
216	460,85	460,967	485,334	457,52	446,453	425,543	485,349
217	456,976	456,99	482,02	453,034	443,749	422,016	482,188
218	455,126	455,288	483,085	451,375	443,036	420,069	484,025
219	453,006	453,063	479,784	449,025	442,631	419,081	481,042
220	452,842	452,878	485,545	449,107	443,686	418,082	484,919
221	453,348	453,491	485,725	449,594	443,96	418,048	485,221
222	456,824	456,905	487,208	454,056	446,956	420,134	486,007

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
223	458,576	458,621	485,646	455,726	451,862	421,569	484,946
224	458,216	458,329	485,939	453,529	447,611	421,718	485,373
225	452,631	452,713	484,996	448,425	436,719	417,276	484,748
226	452,892	452,904	485,509	447,539	438,194	416,949	486,199
227	459,405	459,429	486,107	455,423	448,14	422,566	486,041
228	462,634	462,632	487,988	459,754	448,432	425,739	486,805
229	460,502	460,496	489,266	457,261	447,923	422,928	487,992
230	451,638	451,713	489,999	447,687	439,026	416,061	487,592
231	456,184	456,151	491,549	453,198	441,888	418,699	490,422
232	457,38	457,355	491,098	454,254	442,756	418,564	491,406
233	459,799	459,773	490,811	456,721	444,009	421,081	490,521
234	460,157	460,12	490,57	457,204	443,724	421,515	489,163
235	459,057	459,059	491,286	456,078	444,312	421,667	489,051
236	455,467	455,481	491,722	452,217	438,76	416,89	490,556
237	453,281	453,281	491,531	450,39	438,44	415,999	489,415
238	452,247	452,229	493,095	448,887	436,446	414,974	492,06
239	457,169	457,166	490,963	453,167	437,332	418,442	491,999
240	459,636	459,614	489,353	454,685	439,267	420,403	489,531
241	454,877	454,856	490,852	449,415	439,326	416,913	490,504
242	451,383	451,419	487,617	445,623	438,199	414,336	489,705
243	451,003	451,024	487,969	445,294	443,748	414,036	489,619
244	450,202	450,278	487,526	444,376	434,174	413,44	492,272
245	462,485	462,549	487,725	457,193	451,645	423,044	492,253
246	459	459,013	490,229	454,605	446,584	419,912	490,672
247	451,733	451,742	487,307	445,734	439,952	414,248	491,651
248	450,153	450,227	488,065	444,24	440,918	413,501	487,65
249	450,503	450,513	490,851	445,977	438,197	414,08	486,088
250	449,589	449,609	489,189	443,223	436,374	413,286	486,881
251	457,481	457,414	488,117	451,485	445,324	418,292	487,71
252	456,621	456,609	488,507	450,145	444,967	418,254	487,25
253	451,396	451,39	491,153	445,8	441,998	414,31	488,084
254	450,092	450,086	489,939	444,846	439,077	413,247	487,932
255	449,479	449,447	491,083	445,6	434,905	413,115	487,881
256	449,147	449,088	489,371	444,266	435,804	412,209	486,34
257	452,219	452,222	490,299	446,761	438,514	414,34	489,685
258	461,814	461,808	490,544	456,761	445,946	422,246	488,594
259	464,589	464,661	488,528	458,682	453,799	425,765	488,002
260	461,148	461,211	488,668	455,499	447,483	422,515	487,811
261	457,493	457,515	489,115	452,038	444,312	419,123	487,044
262	458,352	458,282	489,303	452,722	446,048	419,178	488,05
263	459,739	459,817	491,55	455,468	442,071	420,726	488,581

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
264	460,936	460,959	491,463	457,005	449,085	421,674	490,731
265	461,922	461,917	491,479	458,288	451,534	422,497	491,246
266	462,566	462,575	491,805	458,147	454,316	423,024	491,331
267	462,19	462,18	491,836	458,246	447,525	423,001	490,711
268	462,738	462,732	488,97	457,4	445,448	423,43	490,938
269	462,844	462,869	488,903	457,371	452,495	423,278	490,951
270	461,47	461,451	490,182	455,386	448,223	422,29	490,844
271	460,267	460,224	489,167	455,111	446,662	420,342	490,778
272	461,317	461,32	489,964	454,257	445,702	421,518	491,225
273	459,504	459,473	487,866	452,551	448,532	421,055	489,917
274	458,877	458,845	489,688	452,863	443,844	419,448	488,386
275	458,352	458,332	491,087	452,981	444,957	418,941	488,958
276	457,842	457,838	491,428	452,047	443,111	418,447	488,12
277	458,548	458,528	491,394	453,57	441,881	418,253	488,804
278	459,502	459,506	490,271	454,068	447,249	419,649	488,614
279	458,915	458,887	491,773	454,177	443,018	419,324	488,221
280	460,048	460,024	491,698	455,301	444,471	420,433	488,508
281	465,135	465,119	490,331	459,849	446,069	426,112	488,932
282	463,645	463,588	493,704	459,429	446,29	424,432	488,492
283	461,352	461,284	494,152	456,441	445,326	421,864	488,713
284	461,953	461,985	493,966	456,515	448,218	422,447	488,629
285	464,043	464,01	494,135	459,175	451,842	424,996	489,075
286	463,712	463,626	494,376	458,083	448,403	424,334	488,843
287	459,066	459,052	491,801	453,882	445,178	419,872	488,261
288	460,153	460,115	490,326	454,447	447,677	420,889	488,318
289	459,424	459,336	490,013	454,814	448,635	419,856	488,403
290	460,878	460,845	490,256	456,099	441,765	420,685	488,735
291	460,696	460,669	492,023	457,037	441,95	420,89	488,388
292	462,479	462,403	491,843	458,612	443,924	422,894	488,649
293	463,688	463,695	488,891	458,824	451,818	424,612	488,813
294	461,67	461,645	491,297	457,145	442,775	422,529	488,382
295	460,41	460,344	490,036	455,558	445,708	421,235	488,352
296	459,006	458,976	491,312	455,075	445,834	418,661	488,094
297	457,576	457,528	491,394	453,332	441,987	418,205	487,801
298	457,371	457,327	492,513	452,5	442,497	417,739	487,87
299	452,902	452,895	489,464	446,976	442,75	414,486	487,673
300	454,549	454,501	491,646	449,297	443,2	416,058	487,563
301	454,37	454,348	490,161	447,497	445,399	416,263	487,822
302	456,755	456,756	491,658	452,563	445,169	417,815	488,468
303	458,317	458,252	493,557	454,197	448,457	419,537	488,411
304	461,5	461,488	493,308	457,678	448,966	421,891	489,031

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
305	460,258	460,276	491,844	454,831	447,186	421,086	488,428
306	465,901	466,021	489,98	461,886	457,007	427,42	486,287
307	468,404	468,61	486,23	464,807	454,807	431,623	483,06
308	465,826	465,989	481,892	462,414	452,09	431,514	479,213
309	466,624	466,809	482,209	462,85	454,519	431,941	478,375
310	468,056	468,31	482,097	464,103	454,226	433,348	478,616
311	469,647	469,855	480,718	465,712	460,539	436,912	478,603
312	468,422	468,582	480,981	464,59	460,109	436,138	477,467
313	467,344	467,513	479,734	462,686	455,255	433,975	478,073
314	465,516	465,654	482,82	461,127	454,16	430,793	480,093
315	467,13	467,242	484,717	462,691	455,802	431,088	481,748
316	466,886	467,049	483,991	463,304	456,82	430,565	482,44
317	467,187	467,362	483,828	463,892	458,529	431,45	482,134
318	469,684	469,799	486,331	466,368	463,494	433,564	484,027
319	469,754	469,858	484,128	463,537	459,708	434,019	484,141
320	469,201	469,374	480,646	463,33	458,666	434,778	480,784
321	468,366	468,536	480,251	462,062	461,126	433,797	480,518
322	468,322	468,461	480,227	462,427	458,765	434,602	481,147
323	468,652	468,804	480,184	463,468	459,455	435,361	480,46
324	469,017	469,219	480,234	462,664	460,704	435,149	480,564
325	469,444	469,606	479,443	463,302	461,349	435,754	480,92
326	469,346	469,536	479,467	463,763	461,101	435,995	480,437
327	468,775	468,907	479,912	462,559	458,702	434,62	481,075
328	468,223	468,377	480,172	463,921	459,041	433,724	480,826
329	468,296	468,475	480,536	464,426	458,944	433,708	480,912
330	469,22	469,394	480,055	464,696	461,572	435,256	481,14
331	469,071	469,28	479,879	464,815	460,647	435,164	480,805
332	467,714	467,924	480,003	463,883	459,803	432,563	480,452
333	467,183	467,357	480,218	463,202	456,165	431,999	480,718
334	467,581	467,743	483,861	463,164	456,591	432,616	480,646
335	467,733	467,894	484,016	463,809	455,88	432,866	480,624
336	467,438	467,545	484,14	463,255	455,882	432,536	480,449
337	468,275	468,418	477,819	461,825	455,077	433,884	480,894
338	468,181	468,356	479,643	462,222	452,944	433,648	480,588
339	468,41	468,597	478,761	461,849	454,979	433,914	480,617
340	467,802	467,986	478,259	461,189	451,15	433,092	480,743
341	467,283	467,491	478,598	461,089	457,793	432,774	480,553
342	467,731	467,881	479,045	460,952	454,544	432,59	480,561
343	467,942	468,123	478,085	461,341	450,027	433,645	480,779
344	468,576	468,753	477,958	461,866	449,592	434,391	480,57
345	468,7	468,825	478,247	461,998	448,885	434,836	480,708

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
346	469,003	469,192	477,698	462,204	451,339	435,212	480,971
347	469,357	469,502	477,597	463,415	458,162	436,036	480,5
348	470,039	470,145	478,125	463,682	458,639	436,445	480,791
349	470,485	470,695	478,454	463,899	457,774	437,6	480,745
350	468,652	468,841	479,222	464,811	453,353	436,019	479,638
351	470,321	470,488	479,477	463,984	456,258	437,317	480,922
352	470,891	471,093	479,932	465,125	454,147	438,518	480,125
353	469,202	469,399	477,753	464,454	450,385	438,048	478,032
354	468,956	469,159	477,91	462,442	448,281	437,235	478,819
355	470,347	470,506	479,887	466,406	449,738	437,294	480,853
356	469,986	470,126	480,755	466,108	450,092	436,874	480,622
357	468,357	468,475	479,949	463,915	451,799	435,159	480,693
358	469,245	469,421	481,167	465,351	449,985	435,849	480,526
359	468,365	468,552	477,585	460,268	448,688	434,831	479,988
360	468,682	468,862	479,506	461,453	452,842	434,934	480,911
361	468,533	468,696	479,031	461,34	452,46	434,466	480,491
362	467,84	468,023	478,511	461,096	456,324	434,116	480,442
363	467,728	467,879	478,421	460,255	450,576	433,774	480,655
364	473,321	473,536	479,478	468,476	457,24	444,414	479,967
365	469,229	469,373	478,513	464,671	454,113	438,872	479,969
366	470,416	470,54	478,201	464,822	453,402	440,487	480,201
367	471,544	471,701	478,295	465,659	455,185	441,937	480,467
368	472,554	472,762	478,01	466,694	455,008	443,548	480,737
369	471,771	471,93	477,463	466,205	460,69	441,911	481,319
370	471,472	471,572	477,8	465,54	455,017	441,518	481,079
371	471,021	471,228	476,859	465,217	454,796	441,944	481,312
372	473,178	473,329	478,244	467,374	454,477	444,345	482,419
373	471,997	472,178	478,511	466,301	456,633	441,484	482,955
374	467,44	467,637	477,322	461,797	451,185	435,426	482,506
375	467,575	467,751	480,29	463,023	459,628	436,141	482,266
376	467,799	467,814	481,695	464,765	458,298	435,75	483,09
377	466,603	466,506	480,977	463,374	457,6	434,204	482,723
378	466,532	466,242	481,955	462,311	447,772	434,007	482,208
379	466,514	466,317	484,116	461,461	453,143	433,062	482,484
380	466,183	466,164	478,966	460,753	449,269	433,805	482,077
381	466,938	466,986	480,976	462,238	451,603	434,425	482,3
382	463,421	463,496	484,094	458,872	454,311	429,947	482,373
383	469,323	469,45	484,5	465,006	460,571	437,29	482,428
384	467,737	467,81	484,952	463,502	455,432	434,768	483,232
385	468,121	468,245	484,878	463,587	458,864	435,333	483,552
386	468,644	468,724	484,688	465,023	458,513	436,114	483,52

Инструментальная позиция	Т11049-2	Т11049-3	Т11050-1	Т11050-2	Т11050-3	Т11051	Т11054-1
387	467,17	467,246	483,954	463,14	456,641	434,294	483,006
388	467,544	467,536	483,365	463,547	456,435	434,203	482,99
389	466,799	466,875	482,905	462,858	456,659	433,878	482,713
390	467,692	467,782	483,348	464,241	457,214	435,169	484,246
391	467,404	467,459	483,521	464,1	453,972	435,249	483,519
392	468,125	468,3	483,472	464,725	456,826	434,586	483,027
393	463,953	464,062	483,033	460,396	453,106	429,502	483,223
394	465,341	465,406	482,892	461,593	455,999	431,012	483,461
395	469,795	469,847	483,676	466,048	459,295	437,326	483,577
396	468,41	468,465	483,316	464,681	456,188	435,37	483,637
397	470,638	470,736	484,581	466,973	459,289	437,772	484,887
398	467,664	467,778	484,367	464,277	456,084	434,17	483,981
399	467,663	467,61	484,4	463,719	453,89	431,348	484,88
400	467,813	467,741	485,921	464,001	455,324	431,185	485,189
401	466,611	466,665	482,8	463,059	453,057	433,269	482,711
402	468,023	468,099	482,738	464,348	454,024	435,565	482,945
403	467,605	467,639	480,289	462,156	454,34	434,828	483,106
404	468,12	468,142	479,047	463,301	444,502	435,811	483,211
405	468,417	468,44	479,182	463,179	452,053	436,313	482,791
406	467,455	467,464	478,476	462,361	451,686	434,355	482,913
407	466,352	466,328	478,742	461,115	449,139	432,7	483,288
408	466,29	466,314	478,722	461,026	448,401	432,621	483,023
409	465,308	465,295	479,058	459,664	449,14	431,168	483,096
410	465,071	465,102	480,984	459,522	449,155	431,312	482,585
411	464,513	464,561	483,314	459,289	455,489	430,703	483,62
412	464,211	464,225	480,677	459,341	443,57	431,133	481,793
413	467,169	467,219	484,095	461,652	453,226	433,411	483,23
414	466,537	466,55	481,947	461,736	449,578	433,045	482,875
415	466,008	466,06	481,823	461,897	451,388	432,699	482,37
416	466,883	466,895	482,185	462,679	449,785	433,279	482,887
417	467,29	467,308	482,499	463,1	453,456	433,715	482,869
418	467,097	467,106	482,197	462,67	450,36	433,567	483,047
419	467,126	467,186	482,311	462,921	456,373	433,748	482,625
420	467,179	467,281	482,398	462,598	451,811	433,717	483,85
421	467,41	467,437	481,771	463,12	454,955	434,507	482,601
422	468,279	468,338	481,279	463,636	451,861	436,307	482,213
423	469,772	469,855	481,949	465,615	454,806	438,319	483,023
424	469,71	469,748	481,958	465,252	454,106	438,031	483,006
425	468,04	468,096	482,107	463,615	447,896	434,539	483,751
426	467,033	467,113	481,829	462,608	451,325	433,378	483,088
427	469,37	469,488	484,558	466,115	444,993	437,322	483,418

Инструментальная позиция	ТІ1049-2	ТІ1049-3	ТІ1050-1	ТІ1050-2	ТІ1050-3	ТІ1051	ТІ1054-1
428	468,112	468,237	484,378	464,965	447,035	435,496	483,064
429	467,01	467,125	484,484	463,79	449,782	433,68	483,163
430	468,245	468,391	484,442	464,972	449,306	435,513	483,542
431	467,768	467,847	484,744	464,354	451,266	434,849	483,516
432	467,641	467,715	484,126	464,361	448,825	434,624	483,169
433	466,68	466,74	484,532	463,147	446,056	433,537	482,961
434	467,191	467,283	485,087	463,601	450,953	434,04	484,258
435	469,049	469,172	487,22	465,504	455,343	435,414	485,881
436	465,464	465,549	483,756	461,832	446,467	432,946	483,144
437	465,668	465,716	483,364	462,528	445,026	432,763	482,599
438	468,103	468,187	484,424	464,977	446,742	434,566	483,467
439	468,758	468,807	482,913	465,513	445,294	435,721	483,466
440	468,687	468,73	484,088	465,583	447,28	436,592	483,128
441	468,709	468,79	484,338	465,557	449,524	436,402	483,345
442	469,279	469,338	484,359	466,12	446,423	435,525	483,949
443	469,414	469,471	484,108	466,218	451,809	437,471	483,118
444	469,317	469,333	484,438	465,987	447,922	437,044	483,285
445	469,756	469,813	483,767	466,524	445,741	437,56	484,198
446	469,579	469,624	482,62	466,4	450,362	438,156	483,321
447	469,729	469,77	483,118	466,223	448,945	438,094	483,327
448	469,253	469,335	482,366	465,938	450,241	437,043	483,337
449	469,049	469,131	482,469	465,641	450,29	437,191	482,936
450	469,227	469,289	482,917	465,738	449,766	437,115	483,185

Инструментальная позиция	ТІ1054-2	ТІ1054-3	ТІ1055-1	ТІ1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2
1	463,16	464,788	465,627	456,627	23,126	22,963	22,568
2	465,985	466,91	466,66	458,214	23,087	22,924	22,532
3	471,019	472,252	472,364	466,347	23,22	23,054	22,655
4	470,621	471,615	471,535	465,864	23,15	22,99	22,611
5	468,483	469,716	469,648	461,107	23,388	23,226	22,856
6	467,995	469,239	469,32	453,93	23,264	23,104	22,735
7	473,088	474,266	474,078	469,316	23,301	23,13	22,75
8	473,947	474,907	474,571	470,929	23,294	23,122	22,743
9	473,978	475,199	475,037	460,309	23,269	23,096	22,714
10	472,511	473,655	473,363	469,046	23,38	23,213	22,834

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
11	473,027	474,151	474,115	457,809	23,374	23,207	22,826
12	472,998	474,045	473,927	465,827	23,313	23,149	22,772
13	472,719	473,867	473,799	465,579	23,735	23,569	23,189
14	471,759	472,984	472,922	465,558	23,331	23,165	22,789
15	472,651	473,93	473,535	463,516	23,311	23,145	22,768
16	472,517	473,561	473,386	463,504	23,373	23,208	22,831
17	472,969	473,955	473,737	463,627	23,64	23,477	23,097
18	473,281	474,045	474,027	462,555	23,45	23,286	22,91
19	473,958	474,827	474,664	461,474	23,879	23,717	23,332
20	471,405	472,688	473,753	456,412	24,152	23,987	23,597
21	473,707	474,711	474,183	450,419	23,565	23,404	23,022
22	473,005	474,033	474,013	450,654	23,413	23,252	22,866
23	472,428	473,673	473,609	458,625	23,405	23,242	22,862
24	470,524	471,781	471,788	461,192	23,509	23,351	22,975
25	470,988	472,216	472,374	463,615	23,42	23,268	22,883
26	468,992	470,328	470,428	453,991	23,371	23,211	22,837
27	470,657	471,909	471,487	462,216	23,456	23,297	22,923
28	470,764	472,138	472,104	461,761	23,476	23,318	22,939
29	470,612	472,126	471,914	457,814	23,465	23,307	22,934
30	472,011	473,479	473,324	456,926	23,488	23,327	22,95
31	472,115	473,483	473,457	459,941	23,473	23,311	22,932
32	473,418	474,86	474,946	460,681	23,535	23,374	22,994
33	474,014	475,407	475,269	465,959	23,571	23,404	23,021
34	473,722	475	475,004	463,794	23,537	23,369	22,986
35	473,468	474,838	474,9	464,161	23,376	23,206	22,821
36	473,422	474,842	474,833	463,252	23,574	23,405	23,025
37	473,678	474,941	474,929	464,295	23,952	23,786	23,398
38	473,977	475,552	475,713	462,989	23,749	23,585	23,195
39	475,432	474,134	484,561	475,556	24,119	23,951	23,565
40	474,656	473,354	484,282	474,879	23,49	23,329	22,943
41	475,209	473,686	484,753	475,276	23,511	23,349	22,96
42	474,534	473,149	484,49	474,72	23,506	23,344	22,955
43	473,522	472,128	482,879	473,699	23,483	23,321	22,937
44	474,317	472,768	483,361	474,525	23,524	23,362	22,974
45	473,868	472,472	483,075	473,982	23,59	23,428	23,041
46	474,036	472,555	483,22	474,26	23,603	23,438	23,053
47	473,949	472,34	482,791	474,075	23,496	23,331	22,947
48	473,502	472,012	482,261	473,56	23,592	23,427	23,046
49	473,429	471,818	482,515	473,653	23,58	23,416	23,036
50	473,809	472,172	483,232	474,028	23,518	23,349	22,972
51	473,483	471,964	482,912	473,757	23,624	23,457	23,081

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
52	473,149	471,488	482,858	473,528	23,612	23,446	23,069
53	473,329	471,566	483,369	473,671	23,556	23,393	23,016
54	473,968	472,349	483,856	474,222	23,607	23,444	23,067
55	473,551	471,939	483,236	473,823	23,516	23,355	22,977
56	473,84	472,133	483,448	474,175	23,45	23,287	22,906
57	472,886	471,175	482,77	473,238	23,453	23,292	22,91
58	473,882	472,513	482,299	473,94	23,423	23,259	22,874
59	474,514	472,884	483,866	474,831	23,532	23,368	22,989
60	473,424	471,8	482,967	473,645	23,549	23,388	23,011
61	473,866	472,33	483,165	474,151	23,513	23,349	22,971
62	475,172	473,657	483,244	475,195	23,526	23,361	22,981
63	473,829	472,291	483,12	474,043	23,531	23,369	22,993
64	473,735	472,177	482,575	473,859	23,48	23,317	22,937
65	474,209	472,684	483,703	474,566	23,53	23,368	22,988
66	474,005	472,464	483,152	474,191	23,539	23,376	23,002
67	473,899	472,373	483,739	474,343	23,585	23,422	23,04
68	471,586	469,795	482,132	471,9	23,626	23,468	23,096
69	472,739	471,204	481,797	472,902	23,552	23,394	23,021
70	474,099	472,686	482,753	474,329	23,599	23,439	23,063
71	473,957	472,404	482,913	474,219	23,506	23,341	22,964
72	472,549	470,981	481,435	472,762	23,485	23,324	22,952
73	473,848	472,261	482,772	474,179	23,644	23,482	23,103
74	473,094	471,553	480,785	473,164	23,52	23,358	22,982
75	473,772	472,275	482,711	473,958	23,576	23,411	23,034
76	474,256	472,745	482,611	474,447	23,574	23,41	23,033
77	474,112	472,645	482,428	474,199	23,592	23,43	23,049
78	473,702	472,222	482,139	473,914	23,476	23,316	22,94
79	473,117	471,481	481,819	473,331	23,514	23,355	22,98
80	472,318	470,685	481,78	472,654	23,613	23,455	23,079
81	472,96	471,388	482,673	473,293	23,622	23,463	23,088
82	472,689	471,018	482,85	472,994	23,642	23,484	23,105
83	472,5	470,903	482,05	472,727	23,591	23,434	23,064
84	472,884	471,268	482,889	473,165	23,758	23,604	23,232
85	473,009	471,278	483,094	473,378	23,668	23,509	23,139
86	472,087	470,486	482,252	472,494	23,718	23,564	23,194
87	472,787	471,417	482,589	472,922	23,973	23,814	23,446
88	471,528	470,172	482,662	471,676	23,791	23,643	23,307
89	474,073	472,823	483,871	474,057	24,131	23,982	23,651
90	474,408	473,3	483,737	474,46	24,434	24,288	23,945
91	476,691	475,806	483,647	476,723	23,579	23,434	23,114
92	477,135	476,531	483,391	476,936	23,611	23,468	23,152

Инструментальная позиция	Т11054-2	Т11054-3	Т11055-1	Т11055-2	PI2054	PI2055	PI2056
93	476,303	475,532	483,409	476,261	23,615	23,471	23,154
94	475,229	474,396	483,49	475,223	23,617	23,473	23,156
95	475,062	473,923	483,275	475,17	23,669	23,526	23,2
96	475,084	474,183	482,832	474,918	23,672	23,527	23,193
97	474,107	472,742	484,175	474,305	23,844	23,699	23,357
98	473,894	472,661	483,055	473,912	23,894	23,749	23,408
99	473,941	472,939	482,772	473,765	24,177	24,033	23,69
100	474,959	473,894	483,405	474,857	24,243	24,094	23,758
101	474,73	473,678	483,225	474,816	24,234	24,086	23,742
102	473,403	472,062	483,345	473,617	23,74	23,595	23,252
103	473,945	472,724	483,559	474,005	24,24	24,088	23,749
104	474,375	473,257	483,286	474,384	24,231	24,078	23,736
105	473,636	472,516	483,795	473,598	24,408	24,263	23,924
106	473,345	472,456	483,952	473,323	24,564	24,416	24,078
107	475,941	474,643	486,302	476,371	24,734	24,583	24,239
108	473,55	472,235	483,326	473,55	24,32	24,167	23,826
109	474,053	472,835	483,798	474,111	24,233	24,085	23,74
110	474,76	473,627	484,147	474,747	24,326	24,176	23,827
111	473,906	472,608	483,583	473,919	24,275	24,128	23,782
112	473,898	472,561	483,928	473,995	24,077	23,928	23,585
113	472,706	471,481	483,681	472,687	24,304	24,159	23,828
114	471,689	470,697	482,796	471,565	24,747	24,602	24,271
115	473,541	472,564	482,928	473,468	24,708	24,56	24,222
116	474,268	473,194	482,839	474,322	24,702	24,552	24,206
117	472,399	471,291	482,157	472,329	24,131	23,988	23,651
118	472,987	471,896	482,647	473,052	24,193	24,049	23,71
119	472,985	471,974	482,585	472,803	24,448	24,305	23,971
120	472,409	471,491	483,613	472,353	24,703	24,559	24,232
121	471,304	470,579	482,624	471,171	24,675	24,531	24,208
122	472,097	471,226	482,776	471,96	24,681	24,536	24,206
123	471,985	471,055	482,665	471,829	23,898	23,751	23,428
124	473,47	472,474	484,055	473,49	23,794	23,649	23,319
125	472,056	470,767	482,246	472,02	23,654	23,508	23,172
126	473,173	471,864	483,226	473,143	23,775	23,629	23,295
127	473,241	472,26	483,733	473,235	24,121	23,976	23,645
128	470,459	469,15	483,267	470,689	23,91	23,767	23,446
129	472,295	471,074	484,802	472,554	24,163	24,019	23,694
130	471,929	471,056	482,776	471,709	24,159	24,018	23,696
131	472,905	471,902	483,217	472,789	24,193	24,051	23,719
132	474,453	473,257	484,361	474,461	23,798	23,653	23,316
133	473,887	472,782	484,475	473,85	23,829	23,686	23,352

Инструментальная позиция	Т11054-2	Т11054-3	Т11055-1	Т11055-2	PI2054	PI2055	PI2056
134	474,311	473,166	484,624	474,386	23,867	23,725	23,394
135	473,859	472,663	484,104	473,88	24,297	24,15	23,817
136	473,896	472,609	484,483	474,072	23,806	23,661	23,326
137	473,974	472,743	483,696	473,863	23,841	23,691	23,359
138	474,072	472,947	483,975	474,146	23,77	23,624	23,291
139	472,939	471,918	483,494	472,886	23,663	23,512	23,18
140	474,842	473,785	483,793	474,725	23,767	23,615	23,281
141	475,389	474,336	483,828	475,345	23,728	23,577	23,239
142	474,242	473,194	483,69	474,116	23,735	23,587	23,251
143	474,641	473,668	481,546	474,4	23,596	23,447	23,13
144	473,458	472,647	480,583	473,268	23,625	23,481	23,169
145	472,09	470,872	482,926	473,088	23,859	23,722	23,425
146	469,149	468,412	476,645	469,097	23,611	23,468	23,169
147	470,274	469,46	477,81	470,357	23,647	23,503	23,193
148	472,851	472,154	479,355	472,796	23,633	23,486	23,167
149	472,023	471,175	478,381	471,926	23,648	23,5	23,186
150	473,271	472,584	480,533	473,201	23,668	23,522	23,207
151	472,875	471,956	480,649	472,944	23,619	23,474	23,158
152	472,821	471,924	480,116	472,761	23,658	23,514	23,198
153	473,164	472,211	480,939	473,207	23,667	23,521	23,202
154	472,583	471,717	480,291	472,524	23,646	23,501	23,187
155	472,151	471,325	480,091	471,984	23,68	23,537	23,236
156	472,123	471,38	479,893	472,044	23,633	23,489	23,18
157	473,484	472,737	480,421	473,443	23,595	23,451	23,135
158	472,372	471,52	479,933	472,28	23,669	23,523	23,217
159	473,425	472,517	480,596	473,384	23,651	23,504	23,191
160	472,892	471,695	481,182	473,273	23,666	23,518	23,202
161	472,662	471,767	479,562	472,558	23,648	23,499	23,189
162	473,287	472,505	480,398	473,259	23,657	23,51	23,196
163	472,94	472,169	479,622	472,748	23,624	23,476	23,166
164	472,7	471,885	480,283	472,723	23,702	23,566	23,263
165	471,157	470,05	479,777	471,303	23,842	23,703	23,397
166	472,832	471,973	480,646	472,837	23,674	23,53	23,227
167	473,434	472,528	481,394	473,653	23,642	23,501	23,194
168	473,488	472,819	480,944	473,368	23,627	23,485	23,183
169	473,081	472,535	480,439	472,697	23,655	23,512	23,214
170	473,241	472,718	481,163	473,082	23,664	23,52	23,223
171	474,947	474,146	482,682	474,955	23,66	23,515	23,206
172	474,481	473,583	482,408	474,431	23,741	23,597	23,296
173	475,053	474,142	482,562	475,074	23,71	23,568	23,26
174	475,527	474,625	482,688	475,528	23,675	23,529	23,218

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
175	474,926	474,013	482,372	474,958	23,723	23,579	23,274
176	474,668	474,012	481,097	474,406	23,666	23,522	23,218
177	475,056	474,281	481,802	474,92	23,686	23,543	23,233
178	474,589	473,132	484,383	474,955	23,833	23,688	23,369
179	471,598	470,353	484,393	472,111	23,821	23,68	23,37
180	472,591	471,314	483,062	472,909	23,863	23,719	23,401
181	473,853	472,763	482,966	473,829	23,846	23,702	23,392
182	474,527	473,468	483,51	474,488	23,79	23,648	23,331
183	470,971	469,876	480,456	470,826	23,583	23,437	23,122
184	473,522	472,35	481,968	473,387	23,783	23,641	23,328
185	474,993	473,843	483,575	474,977	23,764	23,62	23,302
186	476,177	474,93	484,293	476,068	23,74	23,593	23,268
187	475,684	474,601	484,045	475,535	23,85	23,706	23,393
188	475,493	474,393	484,095	475,472	23,832	23,689	23,372
189	475,577	474,327	484,347	475,646	23,739	23,594	23,265
190	476,078	474,885	484,389	476,161	23,763	23,616	23,291
191	476,702	475,495	484,595	476,714	23,782	23,636	23,305
192	475,723	474,515	483,997	475,727	23,797	23,651	23,325
193	476,273	475,064	485,083	476,565	23,76	23,613	23,284
194	475,327	474,266	483,868	475,359	23,73	23,585	23,254
195	475,54	474,523	483,502	475,44	23,737	23,594	23,262
196	476,139	475,116	485,114	476,212	23,735	23,593	23,262
197	476,567	475,423	485,268	476,773	23,765	23,618	23,284
198	476,926	475,964	484,922	476,927	23,83	23,684	23,352
199	477,649	476,693	485,094	477,745	23,77	23,624	23,286
200	476,599	475,635	484,447	476,725	23,716	23,571	23,236
201	476,664	475,695	484,554	476,674	23,769	23,622	23,293
202	476,443	475,467	484,708	476,548	23,764	23,618	23,291
203	476,156	475,09	484,486	476,118	23,733	23,586	23,256
204	476,657	475,472	485,973	477,005	23,829	23,682	23,358
205	475	474,078	484,27	474,961	23,775	23,631	23,309
206	475,726	474,953	484,729	475,614	23,822	23,679	23,361
207	474,781	473,604	485,292	474,965	23,85	23,707	23,39
208	474,513	473,695	482,793	474,332	23,684	23,538	23,213
209	477,564	476,375	487,794	478,193	23,967	23,822	23,502
210	475,174	474,332	485,645	475,199	23,861	23,722	23,405
211	476,527	475,854	487,11	476,569	24,128	23,984	23,67
212	472,249	471,725	478,165	471,913	23,561	23,424	23,139
213	472,593	472,255	478,794	472,351	23,63	23,493	23,208
214	471,998	471,507	478,396	471,886	23,602	23,465	23,177
215	473,575	472,946	480,781	473,419	23,635	23,491	23,183

Инструментальная позиция	Т11054-2	Т11054-3	Т11055-1	Т11055-2	PI2054	PI2055	PI2056
216	474,832	473,515	483,817	475,707	23,773	23,63	23,325
217	472,715	471,965	480,386	472,662	23,672	23,53	23,227
218	473,523	472,87	482,53	473,535	23,702	23,565	23,267
219	471,325	470,784	479,443	470,765	23,683	23,544	23,254
220	472,071	471,365	483,311	472,026	23,771	23,632	23,326
221	473,086	472,185	483,911	473,138	23,827	23,687	23,382
222	474,839	474,158	484,378	474,708	23,887	23,741	23,43
223	474,749	473,966	483,277	474,701	23,767	23,626	23,307
224	474,097	473,049	483,973	474,312	23,799	23,656	23,339
225	471,877	471,071	483,379	471,71	24,322	24,177	23,866
226	472,999	472,164	484,485	472,946	24,399	24,259	23,951
227	474,838	473,571	484,675	474,897	23,993	23,841	23,507
228	475,81	474,545	485,498	475,929	23,981	23,829	23,487
229	476,087	474,85	486,447	476,233	23,992	23,841	23,501
230	471,37	470,139	486,012	471,575	23,871	23,73	23,41
231	476,49	475,333	488,929	476,497	24,615	24,466	24,128
232	477,191	476,004	489,984	477,476	24,135	23,989	23,658
233	477,37	476,035	488,991	477,549	24,079	23,927	23,593
234	476,515	475,198	487,89	476,573	24,136	23,988	23,653
235	475,142	473,77	487,523	475,39	23,857	23,71	23,371
236	476,1	474,927	489,331	476,249	24,012	23,861	23,534
237	474,551	473,548	488,034	474,43	24,039	23,895	23,578
238	475,945	475,074	490,524	475,929	24,337	24,193	23,875
239	478,499	477,62	490,671	478,389	24,115	23,968	23,639
240	477,702	476,643	487,953	477,68	23,961	23,812	23,491
241	475,701	474,693	488,935	475,95	24,013	23,869	23,555
242	473,479	472,401	488,484	473,653	23,884	23,744	23,436
243	473,56	472,627	488,038	473,503	23,679	23,539	23,239
244	474,959	474,138	490,714	474,995	23,724	23,585	23,278
245	479,821	478,532	490,725	479,972	23,762	23,613	23,282
246	477,379	476,159	489,073	477,45	23,528	23,38	23,063
247	475,124	474,184	490,031	475,176	23,541	23,403	23,096
248	472,013	471,142	485,897	472,002	23,964	23,823	23,518
249	471,53	470,791	484,423	471,26	23,915	23,777	23,479
250	471,126	470,494	485,191	470,964	23,943	23,804	23,507
251	475,151	474,051	486,117	475,169	23,977	23,831	23,514
252	474,647	473,524	485,616	474,595	23,955	23,81	23,496
253	472,94	472,155	486,385	472,898	23,946	23,806	23,503
254	472,384	471,501	486,27	472,222	23,921	23,781	23,481
255	472,019	471,186	486,249	471,903	24,006	23,867	23,57
256	472,423	471,952	484,859	471,824	23,826	23,689	23,385

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
257	474,572	473,604	488,161	474,679	24,083	23,948	23,636
258	477,009	475,666	486,879	477,161	23,996	23,848	23,517
259	478,064	476,88	486,617	478,168	23,911	23,758	23,417
260	476,681	475,534	486,085	476,754	23,865	23,719	23,387
261	475,131	474,077	485,608	475,067	23,955	23,808	23,487
262	476,637	475,699	486,691	476,662	24,016	23,868	23,546
263	477,036	476,011	486,872	477,123	23,985	23,835	23,508
264	478,839	477,677	489,296	478,985	24,051	23,903	23,572
265	479,418	478,339	489,67	479,577	24,026	23,875	23,537
266	479,475	478,321	489,622	479,658	24,002	23,85	23,512
267	480,17	479,194	489,131	480,15	24,577	24,421	24,088
268	480,022	479,017	489,164	480,043	24,881	24,73	24,393
269	480,253	479,28	489,494	480,179	24,974	24,823	24,485
270	479,459	478,414	489,061	479,324	24,881	24,736	24,408
271	479,004	478,024	489,087	479,088	24,056	23,909	23,582
272	479,297	478,229	489,46	479,223	24,058	23,909	23,578
273	477,317	476,166	488,057	477,406	24,017	23,869	23,546
274	476,477	475,297	486,74	476,569	24,062	23,915	23,587
275	476,435	475,298	487,38	476,535	24,063	23,92	23,594
276	475,805	474,572	486,502	475,802	24,058	23,914	23,594
277	476,965	475,907	486,857	477,027	24,045	23,901	23,574
278	476,961	475,769	486,882	477,043	24,035	23,889	23,564
279	476,43	475,293	486,576	476,469	24,107	23,962	23,643
280	476,703	475,514	486,846	476,854	24,1	23,954	23,631
281	478,361	476,999	487,415	478,389	24,031	23,883	23,548
282	477,584	476,165	486,944	477,623	24,056	23,906	23,577
283	476,866	475,566	487,083	476,986	24,022	23,872	23,548
284	477,58	476,318	487,252	477,717	24,001	23,849	23,521
285	478,184	476,949	487,561	478,285	24,07	23,92	23,594
286	477,906	476,689	487,365	478,036	24,003	23,851	23,521
287	476,198	474,968	487,014	476,366	24,016	23,867	23,549
288	476,873	475,607	486,793	476,881	24,054	23,908	23,585
289	476,112	474,855	486,769	476,307	24,018	23,87	23,548
290	477,621	476,317	487,18	477,684	24,039	23,895	23,567
291	476,773	475,435	486,685	476,77	24,08	23,935	23,615
292	477,496	476,195	487,053	477,627	24,03	23,88	23,556
293	477,952	476,751	487,168	478,075	23,975	23,822	23,489
294	477,005	475,683	486,71	477,026	24,073	23,927	23,605
295	476,501	475,289	486,706	476,686	24,018	23,869	23,55
296	476,43	475,19	486,627	476,47	24,026	23,879	23,563
297	475,477	474,183	486,08	475,396	24,05	23,909	23,595

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
298	475,164	473,916	486,061	475,296	24,086	23,943	23,629
299	473,935	472,924	486,099	473,835	23,998	23,855	23,544
300	474,251	473,125	486,018	474,234	24,024	23,88	23,573
301	474,279	473,232	486,273	474,317	23,998	23,857	23,545
302	475,585	474,448	486,899	475,696	24,022	23,875	23,559
303	476,537	475,42	486,822	476,57	24,011	23,865	23,542
304	478,002	476,93	487,536	478,098	24,025	23,878	23,546
305	477,139	476,161	486,895	477,238	24,009	23,86	23,53
306	480,251	480,031	484,694	479,915	23,706	23,564	23,259
307	479,975	480,201	481,512	479,746	21,932	21,794	21,51
308	476,524	476,688	477,667	476,047	22,274	22,131	21,853
309	475,928	476,091	476,705	475,723	21,609	21,473	21,189
310	476,902	477,196	476,912	476,601	21,444	21,305	21,019
311	477,548	477,817	476,997	477,079	22,252	22,108	21,814
312	475,701	475,875	475,567	475,377	21,588	21,448	21,156
313	475,917	476,017	476,233	475,612	22,446	22,302	22,005
314	476,575	476,596	478,322	476,15	23,415	23,26	22,921
315	478,744	479,022	480,049	478,326	23,442	23,286	22,943
316	478,981	479,164	480,796	478,657	23,458	23,301	22,961
317	478,941	479,028	480,516	478,44	23,499	23,343	23,007
318	480,811	480,899	482,264	480,409	23,526	23,37	23,032
319	480,485	480,544	482,355	480,183	23,509	23,353	23,01
320	478,637	478,818	478,991	478,345	23,427	23,274	22,956
321	478,392	478,684	478,598	478,032	23,383	23,233	22,913
322	478,506	478,681	479,236	478,159	23,36	23,208	22,885
323	477,789	477,902	478,814	477,542	23,349	23,197	22,873
324	478,174	478,354	478,56	477,826	23,344	23,19	22,866
325	478,55	478,721	479,016	478,18	23,344	23,19	22,864
326	478,084	478,2	478,546	477,748	23,373	23,219	22,899
327	478,526	478,714	478,905	478,16	23,373	23,219	22,895
328	478,697	478,999	478,9	478,269	23,36	23,205	22,884
329	478,78	479,075	478,969	478,253	23,364	23,21	22,892
330	479,003	479,273	479,008	478,618	23,616	23,46	23,138
331	478,59	478,812	478,791	478,21	23,35	23,192	22,87
332	478,324	478,635	478,197	477,828	23,406	23,254	22,937
333	478,42	478,786	478,565	477,9	23,441	23,291	22,976
334	478,41	478,725	478,58	477,846	23,366	23,216	22,898
335	478,47	478,765	478,895	477,99	23,421	23,269	22,955
336	478,003	478,249	478,668	477,626	23,415	23,265	22,95
337	478,502	478,8	478,914	478,051	23,403	23,25	22,932
338	478,234	478,443	478,745	477,806	23,424	23,277	22,955

Инструментальная позиция	ТI1054- 2	ТI1054- 3	ТI1055- 1	ТI1055- 2	PI2054	PI2055	PI2056
339	478,422	478,664	478,794	477,982	23,42	23,27	22,953
340	478,24	478,455	478,867	477,787	23,423	23,269	22,952
341	477,883	478,098	478,81	477,468	23,458	23,307	22,994
342	478,133	478,368	478,818	477,732	23,468	23,317	23,003
343	478,075	478,275	478,772	477,588	23,415	23,265	22,95
344	478,196	478,316	478,932	477,795	23,446	23,292	22,979
345	478,071	478,183	478,896	477,739	23,404	23,253	22,936
346	478,326	478,444	478,898	477,909	23,388	23,239	22,918
347	478,547	478,676	478,882	478,104	23,395	23,243	22,929
348	479,009	479,179	479,117	478,596	23,361	23,201	22,886
349	479,02	479,227	478,909	478,562	23,362	23,205	22,881
350	477,308	477,356	478,018	476,927	23,38	23,224	22,913
351	479,008	479,211	479,027	478,608	23,353	23,197	22,878
352	478,885	479,106	478,372	478,422	23,3	23,142	22,817
353	476,755	476,857	476,299	476,244	23,328	23,172	22,858
354	476,871	477,008	476,949	476,533	23,344	23,186	22,87
355	479,118	479,361	479,121	478,669	23,371	23,215	22,896
356	478,643	478,75	478,903	478,13	23,401	23,249	22,934
357	477,682	477,731	478,721	477,314	23,396	23,246	22,932
358	478,498	478,79	478,802	478,062	23,463	23,321	23,035
359	477,917	478,123	478,073	477,376	23,941	23,802	23,524
360	478,603	478,912	479,1	478,264	23,522	23,384	23,102
361	478,405	478,752	478,843	478,017	23,481	23,349	23,075
362	477,848	478,007	478,84	477,444	23,558	23,423	23,153
363	477,874	478,029	478,759	477,489	23,585	23,45	23,18
364	477,729	477,377	478,048	477,504	22,571	22,295	21,614
365	475,845	475,135	477,806	475,599	22,633	22,369	21,73
366	476,539	475,844	478,172	476,343	22,649	22,377	21,716
367	477,192	476,602	478,244	476,896	22,584	22,307	21,633
368	478,276	477,884	478,601	477,777	23,401	23,115	22,427
369	478,084	477,506	479,524	477,82	23,329	23,041	22,356
370	477,884	477,302	479,282	477,719	23,35	23,06	22,374
371	477,779	477,134	479,433	477,601	23,2	22,919	22,247
372	479,321	478,703	480,532	479,056	23,289	22,992	22,283
373	479,002	478,407	481,021	478,776	23,188	22,901	22,217
374	475,815	474,56	480,652	475,807	22,928	22,672	22,069
375	476,148	474,991	480,512	476,014	23,493	23,229	22,617
376	476,211	474,953	480,927	476,191	23,351	23,094	22,487
377	475,569	474,231	480,636	475,518	23,455	23,202	22,613
378	475,256	473,939	480,432	475,286	23,476	23,224	22,631
379	476,159	475,084	480,576	476,036	23,417	23,167	22,576

Инструментальная позиция	Т11054-2	Т11054-3	Т11055-1	Т11055-2	PI2054	PI2055	PI2056
380	475,521	474,377	480,238	475,555	23,477	23,219	22,621
381	476,887	475,998	480,531	476,667	23,371	23,11	22,505
382	476,183	475,519	480,598	475,962	23,477	23,225	22,649
383	477,774	477,017	480,526	477,625	23,308	23,037	22,412
384	477,435	476,564	481,328	477,385	23,4	23,137	22,519
385	477,674	476,707	481,901	477,646	23,404	23,14	22,52
386	477,765	476,813	481,752	477,722	23,363	23,1	22,487
387	476,553	475,522	481,252	476,5	23,447	23,186	22,583
388	476,567	475,443	480,992	476,446	23,415	23,158	22,561
389	476,098	474,925	480,637	476,13	23,436	23,181	22,588
390	476,656	475,231	482,552	477,096	23,532	23,276	22,675
391	475,905	474,536	481,831	476,385	23,532	23,274	22,672
392	478,006	477,352	481,095	477,843	23,374	23,108	22,483
393	477,159	476,663	481,27	476,887	23,457	23,208	22,635
394	477,177	476,379	481,405	477,055	23,395	23,144	22,559
395	477,496	476,313	481,709	477,587	23,387	23,128	22,515
396	477,19	475,942	481,668	477,208	23,491	23,231	22,62
397	478,713	477,641	483,007	478,838	23,434	23,168	22,549
398	476,473	475,142	481,959	476,77	23,607	23,356	22,763
399	479,302	478,476	482,926	479,069	23,542	23,293	22,698
400	479,681	478,906	483,26	479,301	23,603	23,354	22,762
401	475,697	474,472	480,842	475,638	23,544	23,296	22,703
402	476,357	475,085	480,637	476,257	23,516	23,261	22,645
403	476,015	474,688	480,905	476,025	23,468	23,219	22,624
404	476,08	474,741	480,867	476,095	23,47	23,216	22,614
405	475,923	474,63	480,787	476,087	23,442	23,18	22,568
406	475,834	474,6	480,972	476,107	23,51	23,256	22,66
407	476,181	475,036	481,52	476,296	23,515	23,264	22,675
408	476,063	474,949	481,197	476,191	23,521	23,269	22,68
409	475,532	474,285	481,362	475,707	23,477	23,23	22,653
410	475,684	474,606	480,927	475,749	23,508	23,262	22,681
411	475,792	474,592	481,733	475,897	23,564	23,316	22,74
412	474,318	473,053	479,495	474,213	23,471	23,223	22,648
413	476,563	475,297	481,124	476,54	23,503	23,247	22,635
414	475,901	474,68	480,943	476,041	23,594	23,333	22,733
415	475,44	474,223	480,711	475,506	23,549	23,293	22,699
416	476,031	474,851	481,084	476,097	23,548	23,294	22,695
417	476,261	475,116	480,748	476,332	23,481	23,22	22,622
418	476,325	475,213	481,244	476,464	23,487	23,227	22,633
419	476,292	475,222	480,629	476,251	23,495	23,236	22,633
420	476,939	475,966	481,579	477,01	23,444	23,191	22,595

Инструментальная позиция	ТI1054-2	ТI1054-3	ТI1055-1	ТI1055-2	PI2054	PI2055	PI2056
421	476,331	475,225	480,57	476,388	23,431	23,176	22,581
422	475,985	474,797	480,337	475,949	23,346	23,092	22,491
423	476,84	475,563	481,04	476,834	23,334	23,077	22,465
424	476,731	475,524	480,791	476,739	23,351	23,091	22,482
425	477,761	476,834	481,647	477,645	23,347	23,091	22,494
426	477,337	476,511	481,255	477,049	23,347	23,092	22,498
427	477,037	475,913	481,503	477,206	23,346	23,087	22,483
428	477,118	476,147	481,267	477,143	23,357	23,098	22,498
429	477,071	476,255	481,141	476,886	23,407	23,152	22,559
430	477,427	476,514	481,471	477,332	23,395	23,134	22,525
431	477,171	476,209	481,148	477,106	23,409	23,151	22,542
432	477,035	476,291	481,175	477,096	23,42	23,157	22,554
433	476,073	474,995	481,364	476,193	23,48	23,228	22,638
434	476,461	475,126	482,54	476,93	23,6	23,351	22,757
435	478,261	477,066	483,859	478,724	23,59	23,329	22,727
436	475,566	474,378	481,098	475,914	23,603	23,35	22,768
437	475,695	474,667	480,642	475,72	23,445	23,19	22,606
438	477,382	476,424	481,589	477,45	23,442	23,179	22,573
439	477,344	476,507	481,458	477,399	23,355	23,094	22,487
440	476,843	475,684	481,464	476,888	23,397	23,137	22,524
441	476,933	475,777	481,488	477,057	23,393	23,134	22,528
442	477,681	476,644	481,994	477,692	23,358	23,102	22,501
443	476,945	475,686	481,431	477,06	23,372	23,112	22,508
444	477,139	475,977	481,623	477,248	23,318	23,06	22,458
445	477,722	476,504	482,413	477,774	23,354	23,098	22,499
446	476,701	475,352	481,502	476,797	23,391	23,132	22,531
447	476,684	475,431	481,116	476,832	23,371	23,114	22,511
448	476,888	475,714	481,424	476,932	23,39	23,136	22,535
449	476,622	475,387	480,847	476,6	23,376	23,116	22,508
450	476,887	475,607	481,133	476,861	23,384	23,125	22,523

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIС2014	PIС2067	PIС2069
№\Ед. измерения	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2	кгс/см2
1	22,448	22,198	22,083	24,205	20,319	20,855	7,784
2	22,416	22,17	22,053	24,165	20,315	20,848	7,785
3	22,531	22,284	22,163	24,325	20,204	20,912	7,822

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
4	22,49	22,246	22,134	24,226	20,248	20,923	7,805
5	22,743	22,503	22,393	24,431	20,431	21,229	7,807
6	22,627	22,389	22,285	24,289	20,297	21,161	7,805
7	22,633	22,389	22,274	24,383	20,157	21,039	7,78
8	22,627	22,377	22,262	24,369	20,251	21,043	7,787
9	22,599	22,351	22,24	24,344	20,155	21,021	7,738
10	22,715	22,471	22,361	24,452	20,117	21,117	7,778
11	22,71	22,463	22,35	24,444	20,145	21,114	7,801
12	22,655	22,412	22,301	24,378	20,182	21,094	7,999
13	23,07	22,827	22,713	24,806	20,662	21,479	7,996
14	22,674	22,435	22,326	24,39	20,167	21,114	8,006
15	22,653	22,411	22,299	24,377	20,23	21,105	7,991
16	22,715	22,474	22,361	24,433	20,075	21,145	7,992
17	22,981	22,735	22,623	24,699	20,624	21,418	8
18	22,79	22,552	22,438	24,522	20,109	21,202	8
19	23,212	22,968	22,855	24,959	20,708	21,634	7,997
20	23,48	23,228	23,119	25,222	21,102	21,909	7,894
21	22,908	22,662	22,552	24,631	19,547	21,344	8,836
22	22,752	22,507	22,393	24,466	19,439	21,198	8,974
23	22,751	22,506	22,391	24,453	19,359	21,198	8,98
24	22,862	22,621	22,514	24,553	19,418	21,301	8,869
25	22,775	22,535	22,422	24,456	19,42	21,251	8,903
26	22,725	22,488	22,373	24,402	19,465	21,226	9,177
27	22,811	22,568	22,457	24,505	19,382	21,264	8,211
28	22,826	22,587	22,476	24,52	19,395	21,279	8,415
29	22,82	22,584	22,471	24,497	19,416	21,29	8,454
30	22,834	22,594	22,479	24,531	19,282	21,264	8,413
31	22,818	22,577	22,463	24,516	19,305	21,26	8,384
32	22,877	22,635	22,518	24,584	19,354	21,317	8,406
33	22,896	22,654	22,537	24,642	19,378	21,258	9,024
34	22,865	22,619	22,502	24,616	19,441	21,239	9,007
35	22,703	22,458	22,347	24,444	19,219	21,093	9,028
36	22,903	22,657	22,54	24,645	19,357	21,268	8,957
37	23,278	23,033	22,915	25,038	19,901	21,639	8,998
38	23,076	22,828	22,706	24,819	19,77	21,459	9,062
39	23,438	23,188	23,07	25,22	20,029	21,769	8,935
40	22,823	22,579	22,46	24,558	19,146	21,204	8,944
41	22,842	22,597	22,479	24,581	19,155	21,231	8,962
42	22,837	22,596	22,475	24,578	19,12	21,223	8,895
43	22,819	22,577	22,456	24,551	18,884	21,207	8,872
44	22,857	22,613	22,496	24,601	19,163	21,248	8,924

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
45	22,926	22,681	22,566	24,658	19,161	21,306	8,801
46	22,935	22,689	22,575	24,672	18,989	21,314	8,811
47	22,828	22,585	22,467	24,567	19,093	21,22	8,778
48	22,927	22,688	22,57	24,652	19,086	21,303	8,776
49	22,914	22,67	22,559	24,641	19,133	21,302	8,806
50	22,852	22,607	22,49	24,589	19,081	21,239	8,791
51	22,961	22,719	22,607	24,69	19,078	21,339	8,811
52	22,951	22,708	22,597	24,663	19,145	21,342	8,791
53	22,895	22,653	22,538	24,623	18,957	21,293	9,038
54	22,946	22,706	22,589	24,671	18,982	21,349	9,029
55	22,86	22,616	22,502	24,576	19,053	21,265	8,985
56	22,789	22,547	22,427	24,518	19,054	21,215	8,997
57	22,796	22,55	22,434	24,508	18,971	21,206	8,907
58	22,76	22,513	22,401	24,489	19,076	21,19	8,834
59	22,871	22,627	22,509	24,589	19,138	21,3	8,574
60	22,891	22,65	22,539	24,605	19,075	21,311	8,578
61	22,853	22,612	22,494	24,578	19,1	21,267	8,291
62	22,863	22,618	22,502	24,593	18,906	21,27	7,892
63	22,874	22,629	22,515	24,598	18,822	21,264	8,224
64	22,82	22,574	22,455	24,548	18,86	21,218	8,306
65	22,869	22,628	22,512	24,595	18,887	21,28	8,277
66	22,883	22,643	22,532	24,605	18,683	21,277	8,209
67	22,93	22,687	22,569	24,633	18,902	21,345	8,302
68	22,983	22,747	22,633	24,662	18,982	21,394	8,125
69	22,909	22,667	22,555	24,6	18,677	21,306	8,093
70	22,947	22,704	22,588	24,652	18,748	21,343	8,124
71	22,845	22,602	22,483	24,56	18,707	21,232	7,851
72	22,833	22,594	22,476	24,54	18,671	21,219	7,862
73	22,99	22,743	22,63	24,707	18,646	21,375	7,89
74	22,867	22,624	22,509	24,586	18,746	21,262	7,904
75	22,917	22,672	22,559	24,637	18,659	21,29	8,305
76	22,918	22,674	22,56	24,635	18,653	21,293	8,292
77	22,934	22,685	22,575	24,66	18,955	21,299	8,248
78	22,825	22,581	22,468	24,539	19,07	21,23	8,285
79	22,865	22,627	22,511	24,565	19,103	21,29	8,289
80	22,967	22,727	22,617	24,657	19,119	21,361	8,306
81	22,979	22,735	22,625	24,655	19,003	21,364	8,31
82	22,997	22,752	22,643	24,68	19,038	21,392	8,306
83	22,954	22,716	22,606	24,624	19,031	21,369	8,297
84	23,12	22,88	22,765	24,795	19,174	21,52	8,279
85	23,028	22,79	22,677	24,702	19,038	21,439	8,299

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
86	23,081	22,844	22,737	24,744	19,052	21,502	8,322
87	23,333	23,093	22,985	25,003	19,294	21,728	8,248
88	23,198	22,982	22,88	24,746	19,052	21,734	8,305
89	23,543	23,322	23,222	25,092	19,571	22,066	8,305
90	23,842	23,616	23,512	25,404	19,943	22,363	8,265
91	23,015	22,806	22,714	24,515	19,891	21,658	8,367
92	23,053	22,849	22,753	24,532	19,934	21,706	8,088
93	23,056	22,847	22,75	24,54	19,953	21,695	8,315
94	23,052	22,841	22,751	24,537	19,774	21,681	8,429
95	23,095	22,881	22,784	24,61	19,551	21,679	8,048
96	23,091	22,879	22,778	24,625	19,354	21,669	8,051
97	23,252	23,031	22,931	24,8	19,159	21,794	8,136
98	23,304	23,086	22,987	24,849	19,405	21,861	8,109
99	23,586	23,367	23,262	25,142	19,632	22,108	8,037
100	23,648	23,429	23,327	25,21	19,502	22,16	8,396
101	23,635	23,413	23,308	25,213	19,414	22,126	8,562
102	23,142	22,927	22,82	24,704	18,785	21,679	8,359
103	23,633	23,408	23,304	25,224	19,265	22,111	8,293
104	23,624	23,404	23,297	25,208	19,353	22,131	8,146
105	23,811	23,595	23,488	25,371	19,524	22,328	8,437
106	23,973	23,748	23,651	25,513	19,749	22,508	8,77
107	24,128	23,902	23,8	25,704	19,851	22,621	8,719
108	23,714	23,491	23,392	25,294	19,465	22,219	8,408
109	23,634	23,413	23,31	25,202	19,466	22,179	8,384
110	23,719	23,494	23,391	25,307	19,514	22,232	8,474
111	23,678	23,456	23,356	25,247	19,378	22,19	8,057
112	23,475	23,254	23,153	25,046	19,192	21,98	7,914
113	23,725	23,511	23,408	25,246	19,246	22,263	7,771
114	24,161	23,949	23,85	25,691	19,836	22,712	7,81
115	24,112	23,894	23,789	25,672	19,767	22,624	8,531
116	24,091	23,87	23,768	25,689	19,755	22,568	9,124
117	23,539	23,325	23,223	25,088	19,271	22,068	8,547
118	23,601	23,379	23,278	25,154	19,33	22,124	8,095
119	23,862	23,642	23,547	25,402	19,492	22,395	8,214
120	24,116	23,905	23,804	25,642	19,823	22,681	8,094
121	24,1	23,891	23,791	25,605	19,887	22,699	7,972
122	24,099	23,885	23,785	25,625	19,81	22,66	7,988
123	23,318	23,102	23,007	24,829	18,954	21,891	7,955
124	23,209	22,999	22,897	24,73	18,893	21,79	7,9
125	23,066	22,847	22,748	24,597	18,808	21,628	8,046
126	23,185	22,97	22,87	24,732	18,779	21,746	8,442

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
127	23,538	23,322	23,22	25,066	19,196	22,109	7,991
128	23,343	23,136	23,037	24,818	19,168	21,984	8,392
129	23,588	23,374	23,275	25,079	19,241	22,179	8,346
130	23,594	23,38	23,284	25,081	19,253	22,2	7,637
131	23,619	23,401	23,304	25,133	19,155	22,177	8,221
132	23,207	22,99	22,889	24,755	18,735	21,761	7,934
133	23,246	23,03	22,931	24,763	18,779	21,822	8,197
134	23,287	23,071	22,971	24,805	18,876	21,859	8,356
135	23,709	23,49	23,39	25,249	19,333	22,259	8,207
136	23,215	23,001	22,898	24,755	18,729	21,782	8,288
137	23,247	23,027	22,928	24,794	18,805	21,8	8,084
138	23,181	22,968	22,862	24,724	18,724	21,754	8,154
139	23,073	22,856	22,757	24,605	18,721	21,669	8,594
140	23,163	22,946	22,844	24,728	18,792	21,714	8,756
141	23,124	22,909	22,807	24,693	18,857	21,687	8,317
142	23,139	22,928	22,827	24,683	18,72	21,716	8,773
143	23,022	22,818	22,721	24,528	19,129	21,645	8,493
144	23,063	22,862	22,766	24,542	19,498	21,724	8,268
145	23,323	23,129	23,038	24,738	19,651	22,035	9,031
146	23,063	22,876	22,782	24,489	19,542	21,776	8,811
147	23,09	22,899	22,809	24,542	19,551	21,773	8,666
148	23,063	22,864	22,766	24,553	19,361	21,705	8,323
149	23,077	22,881	22,783	24,568	19,438	21,716	8,365
150	23,101	22,903	22,811	24,58	19,455	21,754	8,399
151	23,053	22,851	22,758	24,524	19,458	21,713	8,583
152	23,094	22,901	22,804	24,57	19,475	21,761	8,605
153	23,096	22,901	22,804	24,585	19,464	21,753	8,384
154	23,08	22,885	22,79	24,555	19,424	21,75	8,786
155	23,127	22,935	22,839	24,576	19,397	21,801	8,648
156	23,074	22,881	22,786	24,535	19,448	21,761	8,556
157	23,029	22,834	22,737	24,517	19,377	21,697	8,775
158	23,106	22,909	22,814	24,577	19,321	21,773	8,882
159	23,083	22,885	22,789	24,569	19,327	21,738	8,754
160	23,094	22,9	22,8	24,582	19,328	21,746	8,909
161	23,079	22,88	22,786	24,565	19,234	21,718	9,163
162	23,09	22,891	22,795	24,575	19,234	21,731	9,104
163	23,057	22,855	22,76	24,543	19,33	21,699	9,047
164	23,165	22,975	22,887	24,583	19,719	21,887	8,154
165	23,298	23,101	23,011	24,731	19,939	21,997	8,673
166	23,122	22,931	22,84	24,565	19,692	21,821	8,93
167	23,091	22,899	22,806	24,537	19,676	21,797	8,895

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
168	23,08	22,89	22,795	24,513	19,68	21,793	8,895
169	23,108	22,919	22,827	24,543	19,724	21,811	8,786
170	23,12	22,933	22,837	24,546	19,718	21,83	8,778
171	23,102	22,91	22,812	24,56	19,66	21,784	9,33
172	23,185	22,992	22,897	24,633	19,614	21,854	8,247
173	23,151	22,96	22,867	24,615	19,605	21,822	9,987
174	23,112	22,913	22,816	24,589	19,591	21,784	9,591
175	23,162	22,968	22,875	24,631	19,637	21,828	8,967
176	23,111	22,918	22,823	24,567	19,614	21,775	8,701
177	23,126	22,933	22,835	24,59	19,55	21,799	8,579
178	23,258	23,051	22,945	24,752	19,19	21,847	8,772
179	23,264	23,066	22,972	24,713	19,253	21,923	8,827
180	23,289	23,085	22,988	24,778	19,246	21,921	8,673
181	23,276	23,07	22,979	24,753	19,186	21,901	8,59
182	23,219	23,017	22,92	24,711	19,173	21,851	8,446
183	23,009	22,811	22,709	24,505	19,093	21,645	8,918
184	23,21	23,008	22,916	24,702	19,077	21,833	8,389
185	23,188	22,983	22,888	24,692	19,115	21,807	8,263
186	23,157	22,948	22,848	24,688	19,139	21,76	8,363
187	23,277	23,07	22,976	24,781	18,993	21,877	8,807
188	23,261	23,052	22,957	24,756	19,059	21,868	8,827
189	23,155	22,948	22,847	24,675	19,045	21,764	8,478
190	23,178	22,971	22,874	24,706	19,017	21,762	8,514
191	23,19	22,986	22,883	24,732	19,052	21,767	8,785
192	23,21	23,003	22,907	24,739	18,99	21,798	8,637
193	23,171	22,965	22,867	24,699	19,054	21,781	8,612
194	23,147	22,94	22,842	24,662	18,999	21,747	8,471
195	23,155	22,948	22,852	24,67	19,107	21,757	8,752
196	23,157	22,954	22,853	24,664	18,994	21,764	8,827
197	23,173	22,968	22,869	24,708	18,951	21,768	8,829
198	23,243	23,031	22,935	24,777	18,892	21,794	8,703
199	23,175	22,966	22,864	24,722	18,941	21,728	8,591
200	23,126	22,92	22,812	24,659	18,889	21,696	8,701
201	23,177	22,972	22,87	24,714	18,866	21,747	8,671
202	23,176	22,971	22,865	24,712	18,862	21,752	8,634
203	23,141	22,933	22,833	24,674	18,921	21,732	8,644
204	23,243	23,036	22,934	24,759	19,002	21,846	8,735
205	23,196	22,993	22,898	24,694	19,005	21,807	8,503
206	23,254	23,048	22,954	24,729	18,91	21,857	8,368
207	23,281	23,079	22,979	24,766	18,971	21,903	8,651
208	23,107	22,903	22,805	24,612	18,92	21,725	8,568

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
209	23,394	23,189	23,091	24,888	18,967	21,995	8,496
210	23,298	23,098	23,003	24,765	18,925	21,933	7,594
211	23,566	23,358	23,267	25,036	19,047	22,167	7,997
212	23,04	22,865	22,773	24,412	19,961	21,805	8,491
213	23,109	22,929	22,841	24,484	19,93	21,868	8,585
214	23,078	22,9	22,815	24,45	19,922	21,842	8,505
215	23,081	22,891	22,79	24,536	19,416	21,763	8,77
216	23,213	23,021	22,927	24,673	19,397	21,871	8,928
217	23,121	22,927	22,835	24,563	19,393	21,799	8,831
218	23,162	22,976	22,885	24,581	19,377	21,862	8,677
219	23,147	22,962	22,873	24,556	19,317	21,862	8,671
220	23,22	23,024	22,93	24,659	18,845	21,873	8,421
221	23,279	23,076	22,987	24,712	18,872	21,927	8,24
222	23,32	23,116	23,022	24,788	18,877	21,946	8,392
223	23,201	22,995	22,902	24,679	18,862	21,834	8,655
224	23,235	23,033	22,932	24,708	18,978	21,874	8,816
225	23,76	23,556	23,463	25,216	19,233	22,388	8,148
226	23,839	23,635	23,545	25,295	19,2	22,458	8,155
227	23,397	23,176	23,077	24,943	18,447	21,896	9,258
228	23,371	23,147	23,045	24,948	18,159	21,853	8,917
229	23,391	23,166	23,066	24,949	18,259	21,906	8,394
230	23,302	23,098	23	24,766	18,066	21,882	8,219
231	24,015	23,796	23,693	25,56	18,431	22,523	8,965
232	23,543	23,33	23,229	25,067	18,202	22,083	8,094
233	23,477	23,258	23,152	25,029	18,145	21,991	8,989
234	23,539	23,32	23,219	25,085	18,196	22,048	8,836
235	23,26	23,041	22,938	24,794	18,021	21,782	8,325
236	23,424	23,209	23,109	24,931	18,219	21,998	8,245
237	23,463	23,253	23,155	24,949	18,205	22,053	8,208
238	23,762	23,556	23,457	25,246	18,496	22,366	8,201
239	23,523	23,308	23,203	25,056	18,285	22,069	8,267
240	23,374	23,163	23,059	24,895	18,358	21,941	8,202
241	23,446	23,241	23,139	24,91	18,442	22,053	8,277
242	23,328	23,127	23,034	24,761	18,43	21,969	8,07
243	23,129	22,934	22,836	24,552	18,23	21,804	8,039
244	23,172	22,976	22,884	24,593	18,184	21,833	8,254
245	23,167	22,955	22,848	24,704	18,04	21,698	9,121
246	22,95	22,74	22,644	24,446	18,032	21,544	9,161
247	22,99	22,788	22,695	24,413	18,014	21,639	8,333
248	23,414	23,218	23,121	24,821	18,371	22,071	7,966
249	23,37	23,174	23,081	24,78	18,382	22,054	8,323

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
250	23,4	23,206	23,112	24,795	18,398	22,085	7,996
251	23,403	23,196	23,099	24,881	18,3	21,986	8,261
252	23,385	23,181	23,082	24,858	18,306	21,992	9,026
253	23,398	23,199	23,102	24,811	18,342	22,063	8,752
254	23,376	23,177	23,085	24,781	18,339	22,052	8,403
255	23,463	23,269	23,169	24,864	18,4	22,14	7,919
256	23,284	23,091	23,001	24,701	18,152	21,96	7,99
257	23,533	23,336	23,24	24,957	18,333	22,157	8,149
258	23,406	23,194	23,093	24,926	18,213	21,944	8,438
259	23,304	23,088	22,985	24,865	18,142	21,817	9,196
260	23,274	23,062	22,963	24,795	18,177	21,835	8,781
261	23,375	23,168	23,072	24,869	18,196	21,952	8,837
262	23,432	23,227	23,122	24,933	18,164	21,991	8,401
263	23,395	23,185	23,082	24,908	18,157	21,947	8,947
264	23,456	23,244	23,143	24,985	18,114	21,983	8,129
265	23,425	23,207	23,106	24,975	18,147	21,938	8,792
266	23,4	23,184	23,081	24,949	18,087	21,92	9,042
267	23,97	23,753	23,652	25,53	18,543	22,455	8,933
268	24,276	24,058	23,954	25,843	18,786	22,752	8,348
269	24,37	24,154	24,044	25,932	18,905	22,852	8,929
270	24,288	24,075	23,969	25,833	18,765	22,791	8,925
271	23,468	23,256	23,153	24,984	18,058	21,998	8,647
272	23,464	23,246	23,148	24,999	18,039	21,981	8,537
273	23,433	23,218	23,118	24,943	18,065	21,965	8,605
274	23,476	23,266	23,165	24,989	18,069	22,016	8,417
275	23,484	23,278	23,176	24,975	18,053	22,039	8,333
276	23,482	23,275	23,177	24,965	18,092	22,049	8,141
277	23,465	23,254	23,153	24,96	18,048	22,012	8,478
278	23,45	23,241	23,136	24,958	18,064	21,988	9,022
279	23,526	23,318	23,22	25,02	18,1	22,072	8,947
280	23,516	23,307	23,205	25,022	18,073	22,05	8,815
281	23,43	23,214	23,111	24,984	18,047	21,936	8,791
282	23,459	23,247	23,143	24,994	18,113	21,985	8,409
283	23,435	23,223	23,123	24,949	18,122	21,994	8,4
284	23,406	23,194	23,091	24,938	18,122	21,95	8,443
285	23,472	23,256	23,159	25,018	18,096	21,995	8,415
286	23,405	23,192	23,086	24,945	18,1	21,944	8,548
287	23,435	23,225	23,126	24,933	18,115	22,005	8,361
288	23,466	23,257	23,155	24,981	18,116	22,021	8,307
289	23,435	23,227	23,126	24,938	18,173	22,018	8,297
290	23,449	23,239	23,139	24,975	18,12	22,002	8,372

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
291	23,497	23,286	23,19	25,009	18,115	22,051	8,298
292	23,438	23,224	23,123	24,968	18,1	21,984	8,304
293	23,376	23,161	23,058	24,914	18,081	21,924	8,299
294	23,487	23,276	23,177	25,006	18,091	22,035	8,279
295	23,434	23,222	23,123	24,94	18,095	22,005	8,289
296	23,45	23,241	23,143	24,938	18,093	22,031	8,287
297	23,478	23,272	23,175	24,956	18,113	22,067	8,298
298	23,514	23,309	23,213	24,986	18,088	22,095	8,267
299	23,437	23,237	23,138	24,887	18,098	22,175	8,294
300	23,461	23,26	23,165	24,913	18,11	22,087	8,257
301	23,437	23,236	23,136	24,888	18,104	22,062	8,281
302	23,451	23,245	23,147	24,923	18,055	22,043	8,278
303	23,431	23,218	23,12	24,94	18,02	21,997	8,274
304	23,438	23,221	23,122	24,961	18,032	21,972	8,347
305	23,425	23,211	23,111	24,935	18,086	21,961	8,312
306	23,152	22,962	22,869	24,608	19,356	21,863	8,574
307	21,415	21,238	21,15	22,785	18,082	20,217	9,527
308	21,751	21,574	21,486	23,131	18,539	20,558	9,313
309	21,093	20,917	20,83	22,451	18,071	19,931	9,489
310	20,918	20,744	20,656	22,303	18,034	19,752	9,788
311	21,709	21,524	21,433	23,14	18,575	20,5	9,384
312	21,058	20,877	20,787	22,452	17,981	19,896	8,988
313	21,9	21,718	21,627	23,331	18,356	20,688	9,194
314	22,808	22,602	22,499	24,384	18,259	21,415	9,287
315	22,828	22,617	22,511	24,416	18,166	21,429	9,267
316	22,846	22,637	22,535	24,426	18,165	21,449	9,474
317	22,887	22,678	22,575	24,476	18,105	21,458	9,521
318	22,919	22,705	22,606	24,501	18,245	21,493	9,495
319	22,897	22,684	22,582	24,491	18,178	21,469	9,51
320	22,844	22,648	22,552	24,368	19,056	21,522	9,637
321	22,806	22,609	22,509	24,326	19,034	21,485	9,482
322	22,779	22,582	22,487	24,302	19,103	21,462	9,622
323	22,767	22,568	22,468	24,294	19,114	21,429	9,537
324	22,758	22,557	22,458	24,29	19,132	21,438	9,275
325	22,755	22,557	22,458	24,295	19,04	21,417	9,306
326	22,789	22,59	22,494	24,322	19,118	21,447	9,317
327	22,79	22,591	22,492	24,312	19,105	21,463	9,318
328	22,778	22,581	22,484	24,297	19,111	21,461	9,296
329	22,784	22,593	22,484	24,3	18,962	21,463	9,368
330	23,03	22,832	22,733	24,558	19,331	21,687	9,409
331	22,764	22,565	22,463	24,298	19,086	21,427	9,396

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
332	22,826	22,63	22,534	24,338	19,094	21,495	9,459
333	22,863	22,67	22,575	24,37	19,172	21,546	9,495
334	22,789	22,593	22,498	24,305	19,093	21,469	9,352
335	22,843	22,649	22,551	24,355	18,979	21,501	9,448
336	22,841	22,65	22,552	24,346	18,987	21,513	9,541
337	22,821	22,626	22,527	24,341	19,031	21,489	9,483
338	22,847	22,652	22,554	24,361	19,005	21,506	9,402
339	22,845	22,65	22,552	24,355	19,008	21,515	9,477
340	22,846	22,647	22,551	24,354	19,067	21,514	9,453
341	22,884	22,691	22,592	24,389	19,054	21,55	9,466
342	22,891	22,697	22,596	24,396	19,019	21,559	9,342
343	22,837	22,644	22,547	24,348	19,049	21,511	9,416
344	22,865	22,673	22,573	24,383	19,007	21,515	9,542
345	22,825	22,628	22,529	24,346	18,943	21,495	9,376
346	22,805	22,603	22,508	24,332	19,014	21,481	9,469
347	22,812	22,616	22,518	24,347	18,914	21,465	9,441
348	22,775	22,574	22,475	24,318	18,921	21,435	9,505
349	22,769	22,566	22,467	24,324	18,957	21,42	9,418
350	22,798	22,601	22,502	24,328	18,93	21,461	9,576
351	22,763	22,561	22,466	24,31	18,926	21,42	9,45
352	22,703	22,501	22,404	24,265	18,883	21,356	9,505
353	22,743	22,545	22,449	24,289	18,976	21,404	9,544
354	22,753	22,554	22,457	24,301	19,041	21,416	9,436
355	22,783	22,586	22,486	24,326	18,988	21,455	9,517
356	22,815	22,616	22,523	24,352	18,995	21,472	9,51
357	22,816	22,62	22,522	24,335	19,022	21,496	9,509
358	22,932	22,752	22,665	24,325	19,056	21,738	9,502
359	23,422	23,246	23,159	24,785	19,416	22,24	9,272
360	23,003	22,823	22,743	24,359	19,123	21,828	9,572
361	22,982	22,81	22,73	24,299	18,948	21,843	9,489
362	23,058	22,884	22,805	24,376	18,955	21,9	9,464
363	23,087	22,915	22,834	24,395	18,862	21,934	9,549
364	21,396	20,989	20,781	24,462	18,903	18,498	8,639
365	21,52	21,132	20,939	24,408	18,861	18,768	8,691
366	21,503	21,108	20,903	24,482	18,833	18,666	8,748
367	21,413	21,004	20,799	24,455	18,778	18,507	8,714
368	22,207	21,785	21,58	25,365	19,718	19,227	8,733
369	22,132	21,712	21,502	25,269	18,644	19,131	8,696
370	22,147	21,735	21,52	25,281	18,788	19,158	8,741
371	22,029	21,623	21,415	25,089	18,766	19,109	8,658
372	22,051	21,623	21,408	25,293	18,693	18,937	8,764

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
373	21,993	21,58	21,368	25,123	18,849	18,974	8,8
374	21,869	21,501	21,316	24,616	19,012	19,224	8,124
375	22,409	22,032	21,84	25,24	19,56	19,66	8,006
376	22,287	21,914	21,731	25,06	19,439	19,607	8,003
377	22,417	22,062	21,878	25,115	19,541	19,837	7,886
378	22,431	22,069	21,888	25,157	19,497	19,79	8,113
379	22,379	22,021	21,835	25,082	19,47	19,799	8,105
380	22,422	22,058	21,872	25,169	19,488	19,759	8,082
381	22,3	21,934	21,74	25,085	19,433	19,63	8,172
382	22,458	22,107	21,927	25,1	19,5	19,942	8,172
383	22,203	21,821	21,623	25,08	19,386	19,453	8,325
384	22,314	21,94	21,749	25,134	19,363	19,585	8,319
385	22,317	21,942	21,747	25,142	19,244	19,582	8,346
386	22,285	21,913	21,722	25,095	19,313	19,572	8,299
387	22,381	22,016	21,825	25,141	19,446	19,695	8,163
388	22,368	22,004	21,818	25,082	19,412	19,737	7,994
389	22,39	22,027	21,842	25,109	19,336	19,747	8,138
390	22,475	22,11	21,926	25,224	19,383	19,798	8,307
391	22,474	22,109	21,92	25,218	19,392	19,8	8,395
392	22,281	21,899	21,707	25,132	19,184	19,514	8,103
393	22,445	22,096	21,918	25,076	19,332	19,908	8,092
394	22,369	22,013	21,83	25,04	19,251	19,744	8,121
395	22,315	21,944	21,754	25,107	19,197	19,563	8,129
396	22,415	22,044	21,853	25,223	19,304	19,63	8,143
397	22,35	21,975	21,78	25,167	19,298	19,591	8,157
398	22,571	22,213	22,031	25,254	19,569	19,952	8,188
399	22,499	22,141	21,956	25,226	19,273	19,83	8,114
400	22,567	22,207	22,023	25,27	19,296	19,929	8,128
401	22,507	22,146	21,964	25,211	19,355	19,83	7,896
402	22,442	22,065	21,875	25,259	19,322	19,654	8,019
403	22,428	22,064	21,879	25,134	19,344	19,778	8,188
404	22,416	22,046	21,86	25,162	19,239	19,731	8,149
405	22,37	21,998	21,811	25,156	19,177	19,634	8,178
406	22,464	22,101	21,919	25,186	19,385	19,812	8,217
407	22,481	22,124	21,941	25,153	19,194	19,871	8,114
408	22,489	22,132	21,952	25,168	19,235	19,883	8,113
409	22,466	22,112	21,934	25,082	19,283	19,915	8,273
410	22,488	22,136	21,956	25,139	19,314	19,913	8,102
411	22,547	22,197	22,017	25,182	19,188	19,985	8,105
412	22,459	22,107	21,925	25,087	19,315	19,894	7,986
413	22,433	22,062	21,87	25,231	19,232	19,665	8,206

Инструментальная позиция	PI2057	PI2058	PI2059	PI2062	PIC2014	PIC2067	PIC2069
414	22,535	22,167	21,983	25,29	19,175	19,811	8,197
415	22,501	22,139	21,953	25,229	19,183	19,809	8,216
416	22,496	22,132	21,946	25,238	19,264	19,791	8,293
417	22,422	22,055	21,865	25,184	19,212	19,704	8,093
418	22,436	22,071	21,883	25,171	19,221	19,75	8,115
419	22,429	22,062	21,873	25,208	19,21	19,704	8,187
420	22,396	22,029	21,842	25,127	19,265	19,752	8,219
421	22,384	22,022	21,836	25,107	19,159	19,749	8,09
422	22,292	21,929	21,74	25,039	19,257	19,635	8,164
423	22,264	21,894	21,701	25,056	19,247	19,55	8,011
424	22,284	21,91	21,722	25,064	19,14	19,585	7,979
425	22,296	21,93	21,744	25,03	19,157	19,653	7,934
426	22,303	21,943	21,756	25,021	19,193	19,687	8,072
427	22,282	21,918	21,726	25,047	19,241	19,613	8,11
428	22,3	21,935	21,746	25,048	19,18	19,639	8,074
429	22,365	22,002	21,816	25,073	19,215	19,744	8,094
430	22,325	21,956	21,763	25,113	19,176	19,611	8,092
431	22,346	21,976	21,789	25,122	19,103	19,646	8,227
432	22,356	21,988	21,798	25,126	19,125	19,657	8,137
433	22,444	22,086	21,904	25,139	19,265	19,824	8,136
434	22,565	22,205	22,02	25,25	19,215	19,923	8,314
435	22,527	22,156	21,969	25,285	19,116	19,817	9,026
436	22,576	22,22	22,037	25,246	18,958	19,992	8,081
437	22,413	22,049	21,865	25,107	18,88	19,769	8,191
438	22,374	22,005	21,813	25,158	18,896	19,65	8,43
439	22,29	21,921	21,733	25,066	18,999	19,585	8,001
440	22,324	21,953	21,758	25,122	19,027	19,581	8,501
441	22,332	21,967	21,776	25,094	18,923	19,65	8,474
442	22,307	21,942	21,757	25,041	19,056	19,669	8,321
443	22,307	21,94	21,754	25,079	19,066	19,606	8,016
444	22,26	21,891	21,7	25,02	18,868	19,572	8,266
445	22,303	21,94	21,752	25,033	18,932	19,667	8,476
446	22,332	21,966	21,779	25,097	18,983	19,637	8,187
447	22,314	21,946	21,759	25,065	19,08	19,643	8,029
448	22,337	21,968	21,783	25,078	19,111	19,685	8,504
449	22,308	21,939	21,752	25,095	19,049	19,595	8,627
450	22,326	21,959	21,77	25,084	19,048	19,639	8,069

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
№\Ед. измерения	кг/м3	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С
1	694,937	53,99	189,907	215,719	109,857	473,135	449,239
2	772,322	81,664	195,069	218,762	102,619	473,297	446,725
3	771,169	71,152	194,477	218,818	101,635	479,468	451,62
4	767,651	74,507	194,593	218,637	102,6	476,829	451,432
5	772,217	83,069	193,831	218,108	101,805	475,28	450,636
6	773,647	83,391	194,216	217,951	100,447	475,579	450,212
7	764,417	87,505	194,164	217,714	102,861	479,943	455,462
8	765,295	92,514	193,717	217,643	102,476	480,155	455,27
9	772,011	74,118	191,098	217,343	99,734	480,907	456,769
10	758,286	87,069	192,806	215,989	103,587	479,711	455,424
11	759,659	81,398	193,268	216,158	102,991	480,339	455,319
12	765,158	73,948	192,768	216,62	101,448	480,43	454,947
13	755,305	81,185	193,695	218,004	105,328	480,225	455,32
14	757,771	84,372	192,854	217,961	104,242	479,855	455,004
15	765,306	72,84	191,891	218,41	102,396	480,188	455,68
16	759,372	100,374	194,355	220,824	105,497	480,477	454,909
17	767,045	77,202	194,017	220,089	103,69	480,81	455,339
18	760,357	88,385	193,21	218,734	105,076	480,914	455,069
19	769,893	86,153	192,993	219,644	103,817	481,966	454,937
20	775,019	73,389	195,46	221,34	102,413	484,493	458,097
21	770,904	77,503	198,599	222,433	104,027	482,409	452,264
22	773,35	84,141	196,249	221,174	102,534	482,669	452,811
23	778,965	86,082	197,622	221,329	101,79	482,669	452,345
24	767,99	65,508	204,556	225,187	106,25	480,862	452,072
25	773,158	75,603	207,901	228,831	106,562	481,855	451,962
26	779,929	90,416	199,106	223,458	102,648	479,622	451,2
27	772,429	86,473	199,941	222,557	105,258	479,523	451,823
28	775,111	69,455	184,275	224,763	105,791	481,385	451,85
29	679,89	80,273	193,798	227,642	105,817	481,62	451,663
30	769,61	67,419	193,857	225,134	106,89	482,892	453,23
31	775,25	76,358	191,419	224,261	104,373	482,379	453,896
32	780,833	66,332	196,179	227,07	103,879	484,815	453,714
33	771,325	85,93	194,216	226,471	107,874	484,564	455,604
34	769,796	79,465	185,986	223,258	105,651	483,99	455,432
35	772,552	78,936	191,534	223,449	104,279	484,95	454,763
36	765,878	65,337	192,481	225,07	107,37	484,276	455,44
37	770,589	73,207	201,068	226,452	107,517	484,147	455,333
38	777,202	74,277	207,045	228,612	105,314	485,427	455,706
39	766,952	65,611	188,331	223,439	107,09	464,483	456,264
40	766,469	72,138	197,932	225,938	107,59	464,164	454,812

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
41	772,384	68,283	197,762	226,529	105,554	462,128	455,024
42	770,809	79,033	204,841	228,414	108,009	461,196	454,4
43	776,098	80,869	203,512	227,617	107,023	455,232	454,325
44	774,575	69,501	205,927	227,69	106,231	458,62	455,418
45	769,916	86,907	212,637	232,189	110,309	458,404	455,068
46	769,945	91,727	208,213	229,134	108,954	457,376	455,353
47	780,105	67,566	214,189	232,843	107,75	458,753	455,549
48	769,453	76,983	216,047	234,043	112,409	458,782	455,233
49	769,907	74,219	212,781	230,367	110,776	461,791	455,113
50	777,255	69,185	215,719	233,461	111,502	462,055	454,996
51	770,307	69,219	211,362	230,544	112,145	458,305	454,956
52	773,09	79,864	220,122	234,726	112,774	457,507	454,743
53	778,384	68,51	216,706	234,435	111,516	459,906	454,523
54	771,78	78,263	219,21	234,058	112,834	457,331	454,552
55	774,742	86,136	219,591	234,81	112,366	457,211	454,288
56	781,257	90,85	220,346	235,926	110,576	455,157	454,8
57	779,517	86,615	220,164	235,11	111,64	455,242	454,323
58	781,834	101,812	221,878	237,67	112,824	459,022	453,819
59	703,752	115,982	221,934	236,669	110,916	457,227	454,686
60	773,083	119,195	222,49	236,287	114,339	457,021	454,173
61	777,125	100,362	220,316	234,441	112,857	455,334	454,867
62	782,28	99,696	221,674	235,193	111,402	454,203	455,652
63	770,659	94,461	220,887	234,722	114,171	459,735	455,288
64	778,945	101,437	217,3	231,257	112,204	452,526	454,788
65	782,704	106,269	219,796	233,204	111,617	453,248	455,719
66	773,637	87,662	218,844	231,846	113,682	459,761	454,748
67	780,552	100,91	218,57	231,781	111,316	454,121	454,634
68	784,198	116,277	219,162	232,016	110,968	453,356	452,445
69	778,818	92,834	219,433	232,742	112,601	452,791	453,356
70	782,508	94,134	218,205	231,673	111,159	455,243	454,493
71	784,624	102,251	219,352	233,525	111,683	455,924	455,708
72	775,827	84,435	220,441	233,964	114,332	455,001	455,016
73	775,88	105,915	219,431	233,438	113,258	455,583	455,494
74	777,631	85,402	214,352	228,807	110,26	455,94	454,398
75	770,187	69,516	219,695	233,995	115,657	455,413	455,63
76	769,922	74,723	220,247	233,983	115,068	456,234	455,914
77	777,15	87,564	221,933	236,661	114,871	455,636	455,436
78	774,164	111,973	220,566	235,003	114,39	456,151	455,219
79	778,069	107,944	220,202	234,911	112,354	454,289	454,207
80	777,722	74,564	219,314	233,196	112,671	454,72	452,967
81	777,73	69,449	219,692	234,594	113,423	455,015	453,286

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
82	778,992	69,688	218,588	234,363	113,308	455,368	452,329
83	777,577	68,657	218,108	235,101	113,678	454,276	452,418
84	776,44	81,375	221,683	236,287	115,098	455,4	452,683
85	772,473	85,462	220,496	235,861	113,351	455,249	452,678
86	774,172	81,547	218,59	232,935	113,556	453,862	451,996
87	770,679	99,058	216,91	232,512	114,707	455,016	450,967
88	771,84	100,963	213,881	227,919	111,639	455,091	448,436
89	766,102	88,419	214,904	228,606	114,082	459,685	451,36
90	770,303	94,829	214,959	230,128	113,074	458,754	451,789
91	772,083	74,14	213,442	228,421	114,329	461,06	456,416
92	768,781	113,563	210,076	226,144	113,892	461,196	455,851
93	769,734	70,976	209,036	223,865	112,991	459,624	455,694
94	772,051	67,534	210,68	225,531	111,978	458,94	454,025
95	770,514	71,593	215,27	230,002	113,755	458,306	454,704
96	770,72	78,589	212,959	227,722	111,314	458,649	453,061
97	767,066	66,659	214,277	230,423	113,146	457,55	452,375
98	768,216	82,751	214,974	229,179	109,612	456,384	452,029
99	772,661	64,435	213,392	229,546	112,651	456,832	450,267
100	769,804	71,654	212,304	229,502	113,908	457,123	452,918
101	769,479	77,731	213,961	229,529	114,395	457,255	453,273
102	774,049	78,414	214,618	228,994	111,703	454,725	451,473
103	765,55	68,942	211,819	229,966	113,239	457,226	452,569
104	769,902	67,981	211,848	229,709	110,437	455,725	452,916
105	773,041	71,165	209,146	229,091	110,01	456,102	450,451
106	768,993	82,726	214,151	228,354	110,347	457,373	448,348
107	770,474	66,259	214,614	227,969	109,508	461,309	453,194
108	766,993	71,901	216,533	232,199	113,661	461,218	451,505
109	774,318	85,414	216,346	230,969	110,496	459,871	451,812
110	772,427	72,875	216,342	231,431	110,834	459,811	452,678
111	774,656	73,474	216,576	231,331	110,44	458,799	451,505
112	776,219	66,598	214,7	232,103	110,106	455,842	451,949
113	772,538	86,644	213,467	228,139	107,92	461,421	447,946
114	770,63	63,834	208,952	224,113	108,405	456,193	447,02
115	771,514	68,66	212,537	228,156	109,528	457,366	450,039
116	774,893	61,922	202,537	230,473	109,221	457,863	452,955
117	769,706	78,27	215,409	230,276	111,13	455,9	450,347
118	772,258	77,879	215,872	229,88	111,118	456,913	451,341
119	776,974	89,42	215,137	229,731	109,603	455,438	449,463
120	766,678	83,878	212,037	225,367	110,764	457,567	448,101
121	767,168	98,283	211,304	224,579	109,869	452,5	446,472
122	763,366	67,32	210,021	223,336	109,184	453,309	447,214

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
123	759,337	68,487	210,566	225,483	112,644	453,403	447,913
124	763,468	71,094	212,02	226,565	111,31	454,519	449,826
125	759,656	65,863	203,205	226,584	110,636	452,876	449,828
126	762,282	66,005	212,052	230,862	113,962	452,431	451,698
127	764,765	70,176	210,557	226,785	111,066	454,968	449,659
128	770,321	83,958	212,553	225,362	108,623	453,435	446,655
129	764,15	76,911	213,666	226,017	110,352	452,411	447,898
130	766,121	82,513	212,716	225,596	109,174	449,763	446,715
131	768,671	61,941	208,652	225,05	108,441	447,238	448,803
132	765,541	58,706	207,274	231,051	112,049	449,154	452,745
133	765,376	82,468	215,208	229,449	111,263	462,958	450,404
134	772,865	67,6	209,46	228,76	109,218	456,3	451,001
135	764,245	74,59	211,434	228,577	111,603	456,976	451,166
136	765,603	57,141	198,592	228,619	110,584	453,962	451,429
137	761,112	72,69	209,198	227,846	112,122	455,451	451,928
138	763,695	80,382	211,802	225,706	110,178	453,84	452,025
139	768,252	94,97	208,645	221,795	108,209	454,152	450,312
140	762,366	65,248	211,436	225,007	111,507	455,677	453,546
141	766,199	94,898	214,088	228,299	111,346	453,285	454,71
142	767,362	100,613	210,189	223,018	109,157	454,29	451,615
143	763,993	72,972	213,109	228,291	112,411	455,54	454,944
144	766,991	101,782	210,496	225,691	111,768	452,64	453,436
145	770,395	126,707	210,146	222,586	108,513	456,769	450,605
146	764,626	71,897	207,405	220,404	109,072	452,056	449,699
147	765,674	71,417	207,787	221,698	109,843	453,049	450,948
148	770,625	65,889	198,392	223,281	109,214	453,04	454,044
149	764,26	64,56	209,777	227,044	112,965	458,138	454,02
150	766,658	77,701	210,307	224,943	111,483	449,1	452,42
151	761,521	76,61	210,602	224,553	110,132	452,787	452,295
152	764,816	78,674	210,983	224,704	111,065	452,961	452,623
153	765,496	68,559	210,892	225,117	111,348	451,465	453,362
154	762,539	82,768	210,706	224,416	110,645	452,035	451,88
155	760,479	109,06	209,266	223,182	111,516	444,652	450,826
156	762,193	90,25	207,411	221,522	110,303	449,253	450,705
157	764,844	80,459	210,221	224,529	110,729	452,087	453,397
158	758,981	74,343	209,751	223,763	112,426	459,396	452,459
159	760,784	71,401	211,755	226,907	113,303	455,823	453,635
160	765,901	76,556	209,799	226,126	111,349	454,979	454,486
161	758,245	90,017	208,689	225,215	113,469	460,519	453,816
162	759,945	94,352	206,828	223,343	112,306	454,938	453,861
163	764,314	83,378	206,499	222,937	110,988	452,962	453,211

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
164	763,301	63,19	207,109	222,276	116,468	453,611	451,753
165	766,508	70,237	207,729	224,915	110,826	447,549	451,134
166	759,792	76,561	208,157	225,102	112,814	450,36	453,128
167	760,682	81,233	208,452	225,173	112,333	459,574	453,535
168	763,075	87,494	201,609	219,707	109,516	445,621	452,087
169	754,65	77,627	198,234	214,952	109,941	451,137	451,349
170	756,493	66,633	200,91	216,334	109,734	445,562	450,744
171	762,866	60,938	203,006	226,207	112,534	442,881	454,525
172	754,438	65,208	199,332	226,389	114,691	448,274	454,437
173	757,671	64,879	202,557	227,59	114,417	446,1	455,134
174	764,839	65,991	205,556	227,087	113,122	442,77	455,374
175	750,016	68,453	204,123	225,521	115,135	446,25	455,593
176	709,862	74,267	204,584	222,207	112,916	443,232	454,205
177	758,404	64,375	199,299	223,295	112,259	441,832	454,82
178	756,038	56,208	193,683	227,823	113,717	445,509	454,841
179	757,773	73,172	206,973	225,894	111,888	439,649	449,305
180	762,846	60,935	183,013	224,605	111,121	428,628	450,62
181	755,886	76,681	201,999	225,684	113,586	433,631	452,073
182	760,606	69,589	199,829	224,858	112,132	439,632	452,609
183	763,893	62,864	193,394	223,409	110,793	437,287	449,222
184	752,187	72,175	205,814	225,41	113,505	439,449	453,517
185	754,613	70,796	210,161	227,41	113,639	438,947	455,21
186	758,341	65,007	203,656	228,266	112,686	442,073	456,118
187	753,673	76,484	209,55	226,543	114,533	438,962	455,052
188	759,434	82,821	211,429	226,509	113,882	442,97	454,614
189	764,516	70,791	212,915	229,006	113,637	445,735	455,794
190	758,556	65,948	206,264	232,359	113,412	444,607	457,578
191	766,516	67,701	209,437	230,98	111,067	447,873	456,695
192	762,324	74,369	212,047	230,572	112,101	449,952	455,994
193	771,239	89,93	212,914	230,264	110,071	460,113	456,405
194	770,342	82,134	209,212	228,28	108,02	456,834	454,005
195	771,749	85,505	211,655	228,742	107,976	455,532	453,817
196	775,401	102,778	212,953	228,921	106,082	463,997	454,137
197	774,846	63,353	211,34	229,27	106,252	455,473	455,703
198	767,92	75,995	210,84	229,058	110,501	456,072	456,536
199	773,223	77,866	211,798	229,831	110,051	457,317	457,321
200	776,817	81,705	209,847	227,69	108,094	467,982	456,036
201	767,664	68,651	210,836	228,538	110,83	453,032	456,174
202	767,416	69,2	210,417	229,345	111,306	440,183	455,981
203	772,634	79,639	210,706	229,522	110,623	439,973	455,643
204	766,807	91,725	211,758	229,182	111,154	442,274	455,696

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
205	768,955	101,047	208,319	226,442	110,703	440,94	452,282
206	768,167	79,108	207,877	226,065	110,334	445,75	452,228
207	763,239	84,991	209,205	225,241	110,942	458,297	452,724
208	765,417	68,479	206,947	225,211	109,992	457,803	451,777
209	768,506	73,949	208,09	225,175	108,249	460,027	453,511
210	763,418	82,473	208,371	225,029	109,735	451,859	450,726
211	766,342	70,026	207,441	225,623	109,021	458,259	451,118
212	769,018	72,713	203,802	223,665	110,562	432,923	449,617
213	760,461	73,546	206,706	223,036	112,517	432,399	450,549
214	761,686	72,239	208,346	223,221	112,682	430,728	450,325
215	767,305	77,405	203,887	221,524	109,278	432,969	451,955
216	755,353	74,27	203,746	222,833	112,365	438,877	455,502
217	759,16	72,712	206,404	222,863	112,532	444,137	451,164
218	763,382	72,892	202,637	220,654	109,649	439,477	449,756
219	752,793	81,377	205,447	220,375	112,667	439,622	447,359
220	756,249	77,66	205,634	220,302	110,342	464,661	447,175
221	763,959	67,929	204,932	222,543	109,247	468,056	447,896
222	758,203	78,092	206,49	224,09	112,002	468,998	451,025
223	762,659	66,312	208,086	228,673	112,417	453,507	452,298
224	768,143	68,126	209,088	231,691	112,461	454,487	452,109
225	764,739	82,95	209,638	226,657	112,268	452,241	446,858
226	773,032	80,884	210,753	226,711	110,557	451,057	447,044
227	774,457	49,736	193,66	229,735	110,954	454,68	452,525
228	766,726	64,525	204,043	230,486	112,567	458,357	455,596
229	770,049	82,523	213,049	229,916	111,848	459,574	453,627
230	766,473	72,349	208,827	225,671	109,914	450,317	445,874
231	756,779	71,131	213,615	228,59	113,943	467,237	450,287
232	758,872	62,589	200,108	229,385	113,917	453,971	451,086
233	760,528	69,989	210,724	231,284	113,924	456,954	453,115
234	757,319	80,275	216,049	232,574	113,928	455,611	453,388
235	764,742	62,27	205,847	228,328	111,286	457,193	452,479
236	767,947	77,822	213,092	228,03	110,268	457,828	449,33
237	760,06	79,493	211,633	225,232	112,036	457,511	447,288
238	762,095	81,544	210,645	223,412	109,895	457,608	446,583
239	766,46	64,843	205,404	224,072	109,113	457,648	451,222
240	757,991	73,335	210,818	227,067	112,29	453,972	453,612
241	761,305	77,575	211,022	224,675	110,499	454,149	449,459
242	767,438	75,461	210,914	224,559	108,466	448,428	445,805
243	758,006	79,554	210,201	222,512	110,231	445,955	445,567
244	759,188	81,138	209,378	221,677	108,589	462,347	444,721
245	766,309	64,928	212,252	227,669	109,543	458,278	456,069

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
246	755,071	78,406	213,316	227,312	112,401	457,895	452,734
247	760,704	77,883	209,149	221,858	109,249	449,508	446,043
248	766,679	68,982	205,029	221,564	107,45	467,935	444,72
249	757,458	84,649	208,851	220,673	110,026	443,119	445,09
250	762,526	95,387	207,6	220,005	109,04	441,105	444,369
251	766,023	69,154	214,898	228,252	111,057	455,616	451,301
252	763,009	77,322	214,107	226,036	111,794	442,974	450,803
253	763,162	76,422	209,536	221,307	108,553	441,056	445,964
254	761,95	83,211	211,161	223,759	108,768	450,994	444,556
255	759,124	86,224	210,723	221,744	109,095	451,942	444,22
256	762,805	86,823	211,641	223,246	108,795	451,905	443,202
257	769,307	59,153	202,203	225,308	107,705	458,488	446,625
258	771,684	62,204	211,452	232,945	111,213	466,54	455,254
259	773,776	63,62	205,968	230,141	109,199	453,982	457,782
260	775,431	78,064	213,267	229,892	110,299	455,83	454,745
261	772,677	67,984	201,551	227,152	111,317	464,948	451,542
262	773,79	69,48	205,48	227,148	111,586	453,017	452,33
263	771,861	71,457	205,072	227,19	110,383	450,244	453,602
264	769,547	71,496	205,639	227,978	111,328	447,747	454,673
265	772,811	64,555	197,536	227,351	109,459	448,009	455,343
266	776,612	58,497	192,471	227,503	108,107	452,93	455,884
267	768,176	68,755	204,435	228,335	111,445	459,566	456,057
268	773,058	74,991	211,112	229,384	111,407	470,591	456,436
269	775,706	71,48	200,931	228,929	110,597	467,115	456,653
270	764,224	79,338	213,631	229,168	112,973	454,17	455,441
271	770,325	77,677	213,816	229,147	112,102	447,352	454,161
272	767,084	75,837	211,779	230,046	111,669	447,682	454,811
273	769,076	76,583	212,995	228,03	111,446	457,454	453,161
274	771,678	73,946	214,423	229,909	112,257	444,411	452,572
275	771,492	79,974	214,262	229,668	111,091	454,888	451,99
276	766,664	76,961	214,905	229,923	112,564	444,425	451,699
277	771,102	68,44	205,236	229,565	110,719	440,131	452,209
278	774,749	71,143	201,931	232,152	110,65	455,098	453,055
279	767,384	70,249	204,289	232,688	113,593	446,319	452,738
280	766,329	65,43	198,726	232,694	114,492	459,807	453,642
281	772,287	74,156	219,824	238,577	115,245	447,149	458,128
282	763,951	74,111	213,987	235,757	116,213	450,564	456,885
283	769,271	86,076	219,679	235,542	115,976	458,843	454,797
284	774,719	80,916	218,653	233,753	113,689	446,324	455,571
285	762,659	70,782	216,638	233,303	114,003	462,458	457,387
286	767,212	75,864	217,056	232,909	112,642	460,128	457

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
287	772,33	81,321	216,372	231,847	110,036	455,163	452,916
288	760,859	70,014	210,49	231,261	113,425	466,716	453,938
289	763,936	70,253	211,401	231,534	112,576	458,106	453,092
290	768,848	75,98	217,477	233,267	111,937	454,395	454,707
291	759,193	69,968	210,421	231,579	113,837	448,236	454,493
292	763,004	65,59	206,095	231,513	112,721	461,748	455,995
293	767,857	79,739	215,063	230,85	110,976	447,417	457,117
294	758,882	75,601	215,466	230,381	113,599	453,053	455,3
295	760,97	71,751	213,28	229,521	112,03	454,2	454,065
296	766,482	64,529	205,286	229,65	110,469	457,853	452,806
297	758,4	71,42	209,572	229,785	112,961	445,474	451,51
298	763,065	65,068	199,827	229,741	111,642	467,572	451,245
299	768,529	84,317	216,36	229,451	109,136	453,227	447,04
300	757,476	75,832	214,589	227,163	112,087	457,811	448,728
301	762,537	78,132	210,054	223,682	109,157	436,177	448,54
302	766,106	68,546	207,375	225,404	108,673	441,292	450,723
303	759,123	70,974	208	223,504	110,046	446,676	452,161
304	765,586	70,192	211,863	228,03	108,71	447,6	455,073
305	770,959	71,83	199,146	222,42	104,579	449,543	453,892
306	763,152	80,676	186,93	216,272	106,12	450,827	460,012
307	769,316	112,114	183,792	210,191	103,789	449,821	462,762
308	753,658	109,87	181,707	203,831	103,311	458,837	460,37
309	754,59	106,003	177,465	201,695	100,976	456,683	461,157
310	757,138	105,798	167,95	198,137	97,541	444,444	462,606
311	748,507	101,973	162,655	194,236	97,564	440,778	464,318
312	748,14	105,947	169,092	195,818	97,105	434,678	462,731
313	722,007	111,252	174,482	198,139	94,738	439,907	461,629
314	741,451	102,547	161,189	191,842	96,059	433,663	460,104
315	706,328	100,381	162,188	190,641	95,934	439,906	461,769
316	735,479	100,17	164,612	191,634	94,938	446,359	461,611
317	726,127	99,454	162,373	191,652	98,232	445,305	461,997
318	742,126	103,116	171,152	197,201	99,982	444,566	464,067
319	747,874	103,634	172,68	198,258	99,681	443,913	464,035
320	708,598	104,4	174,322	198,618	98,387	442,292	464,172
321	680	104,79	172,939	198,452	97,865	440,928	463,183
322	751,082	103,672	173,535	198,714	96,676	433,599	462,919
323	680	102,769	173,945	198,955	97,531	435,968	463,136
324	680	104,865	172,683	198,127	96,101	447,508	463,518
325	680	102,386	170,476	197,981	95,979	438,074	463,836
326	680	104,304	172,901	198,285	96,637	446,523	463,787
327	680	106,743	174,171	199,096	96,684	428,53	463,298

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
328	680	103,817	173,777	198,059	95,365	442,476	462,973
329	680	105,425	175,391	198,343	97,03	444,15	463,023
330	680	102,977	174,441	197,749	96,165	436,388	464,03
331	680	104,83	171,504	196,644	95,458	439,968	463,683
332	680	110,363	171,263	195,152	96,798	436,804	462,682
333	680	108,777	169,593	194,146	96,354	448,039	462,32
334	680	105,088	170,084	194,695	95,493	447,547	462,501
335	680	104,03	168,309	193,647	97,869	452,924	462,75
336	680	106,281	169,234	194,883	98,3	448,015	462,212
337	680	103,599	167,838	194,704	97,135	449,074	462,987
338	680	103,934	168,175	194,603	97,436	449,137	462,714
339	680	104,496	169,333	194,706	96,77	442,673	462,981
340	680	102,62	168,438	195,463	97,208	435,879	462,427
341	680	103,604	169,267	194,84	98,547	429,834	462,058
342	680	104,862	171,07	196,813	99,096	442,686	462,5
343	680	104,33	170,056	196,641	97,502	449,99	462,62
344	680	105,367	166,972	194,788	99,768	445,396	463,26
345	680	103,615	167,853	196,485	100,761	438,41	463,161
346	680	103,271	167,177	196,207	97,206	466,079	463,657
347	680	100,078	164,639	193,917	99,097	437,863	464,064
348	680	100,677	162,123	193,349	97,915	435,226	464,696
349	680	102,285	160,82	192,864	96,181	459,169	465,148
350	680	101,138	163,904	193,938	99,858	444,54	463,474
351	680	101,776	163,929	193,744	98,718	457,609	465,177
352	680	105,021	161,361	193,178	96,077	452,039	465,68
353	680	106,072	160,743	191,357	98,396	445,609	464,187
354	680	104,201	160,137	191,134	95,283	444,765	464,004
355	680	103,04	161,941	192,357	94,006	466,227	465,089
356	680	102,792	163,125	193,861	97,165	443,852	464,618
357	680	101,575	167,62	197,329	97,961	442,056	462,926
358	680	102,272	161,58	193,74	94,495	456,42	463,986
359	680	103,688	166,513	196,896	96,911	453,292	463,158
360	680	104,714	163,563	196,097	96,893	449,667	463,432
361	680	102,895	165,652	195,491	94,675	437,734	463,174
362	680	101,464	166,43	195,547	97,969	444,293	462,539
363	680	101,758	168,257	198,186	98,017	440,005	462,251
364	680	96,33	162,46	191,523	92,444	471,797	467,197
365	680	92,626	169,521	199,256	95,893	469,977	462,951
366	680	99,215	169,426	198,503	96,376	468,902	463,891
367	680	96,418	160,812	194,883	94,253	468,575	465,205
368	680	88,903	159,861	192,031	92,789	469,251	466,43

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
369	680	99,711	168,873	202,945	97,513	470,004	465,309
370	680	84,496	163,293	194,588	94,795	467,087	465,111
371	680	96,424	172,272	202,009	95,361	468,607	464,788
372	680	96,852	164,854	199,442	96,272	473,803	466,633
373	680	80,998	169,936	199,608	98,095	471,585	465,235
374	680	71,885	189,395	216,066	105,201	470,427	460,402
375	680	74,691	194,676	216,672	105,702	470,109	460,75
376	680	71,067	200,026	222,116	107,937	469,427	460,76
377	680	77,743	207,131	225,018	107,959	465,647	459,416
378	680	81,214	206,276	224,982	109,366	471,341	459,314
379	680	88,036	203,108	221,641	107,215	461,43	459,818
380	680	68,794	198,773	218,986	105,814	467,036	459,32
381	680	85,893	196,118	213,895	103,674	471,989	460,712
382	680	71,891	191,911	210,935	101,896	468,457	457,506
383	680	72,358	169,727	207,506	98,907	468,756	462,863
384	680	62,142	177,071	211,165	102,128	469,609	461,342
385	680	67,788	188,215	213,798	102,653	469,436	461,595
386	680	78,573	199,665	220,466	104,538	468,604	461,899
387	680	61,598	195,388	222,964	106,009	458,141	460,011
388	680	74,39	206,277	227,783	107,074	459,901	460,101
389	680	78,835	204,921	227,733	106,553	457,538	459,786
390	680	66,836	190,165	226,685	107,639	461,83	460,968
391	680	71,836	192,003	226,164	107,478	457,421	460,607
392	680	43,154	176,554	208,753	100,027	454,933	461,896
393	680	74,643	189,879	210,481	100,581	452,26	458,137
394	680	51,182	192,371	215,243	102,121	451,557	459,054
395	680	56,535	197,269	225,043	106,663	455,061	462,732
396	680	57,304	194,799	223,675	107,189	453,976	461,414
397	680	74,544	199,69	224,067	107,265	459,54	463,581
398	680	71,535	204,141	227,749	109,087	458,269	460,999
399	680	102,084	212,277	229,314	110,869	452,531	460,696
400	680	88,798	203,634	220,454	106,671	459,345	461,058
401	680	72,452	212,608	228,349	109,511	426,094	459,639
402	680	69,708	207,073	230,557	111,167	425,096	461,107
403	680	57,222	196,659	228,134	108,404	451,448	460,525
404	680	68,77	206,999	229,876	110,049	442,489	460,804
405	680	56,019	194,453	230,745	110,578	444,27	460,892
406	680	67,882	206,111	233,49	111,715	430,542	460,131
407	680	78,182	205,943	227,095	108,927	425,983	459,188
408	680	73,768	203,252	226,847	109,03	426,817	459,302
409	680	82,213	209,51	228,577	109,518	425,03	458,226

Инструментальная позиция	QI5003	TI1003	TI1004	TI1005	TI1014	TI1055-3	TI1058
410	680	111,037	211,497	228,005	109,304	426,153	458,24
411	680	94,674	209,332	226,476	108,936	426,355	457,778
412	680	66,786	209,402	228,633	109,319	423,998	457,009
413	680	67,684	207,108	228,701	110,179	423,477	460,401
414	680	70,803	203,099	228,244	109,784	423,677	459,459
415	680	75,932	205,687	227,918	110,155	421,359	459,078
416	680	77,566	207,106	228,23	110,155	421,921	459,976
417	680	77,512	207,757	228,204	110,034	420,661	460,299
418	680	82,325	209,567	227,994	109,48	420,066	460,14
419	680	85,719	203,359	223,214	109,12	422,373	460,475
420	680	75,239	200,498	218,477	106,429	418,412	460,861
421	680	63,839	196,944	221,356	107,721	420,283	460,457
422	680	74,362	208,4	225,312	108,973	418,815	461,166
423	680	73,936	210,971	225,689	109,327	421,963	462,805
424	680	83,899	212,145	227,07	110,089	424,539	462,599
425	777,04	91,186	205,097	221,083	107,093	426,052	461,262
426	774,832	88,797	205,788	220,623	107,026	420,423	460,424
427	779,405	73,952	212,216	225,899	108,907	424,437	462,515
428	776,344	98,657	202,565	219,014	105,871	427,169	461,635
429	776,302	87,761	198,009	214,45	104,176	428,436	460,582
430	770,258	89,267	199,184	215,174	104,455	428,3	461,761
431	769,813	77,055	201,485	216,788	105,375	422,959	461,264
432	771,573	71,1	201,876	216,986	106,123	430,231	461,125
433	771,938	78,326	207,4	221,998	107,935	428,831	459,96
434	773,945	65,221	201,985	224,398	108,845	450,857	460,434
435	773,769	92,577	209,26	224,034	108,654	433,017	462,775
436	772,87	118,12	206,314	221,744	107,387	408,833	459,28
437	769,898	101,397	206,162	220,678	107,355	439,359	459,179
438	772,655	78,442	207,18	221,466	107,612	460,298	461,541
439	777,999	78,615	207,178	223,258	107,865	459,883	462,017
440	771,531	76,218	208,036	223,974	109,688	462,67	461,825
441	774,534	80,037	208,946	223,934	108,356	460,65	461,972
442	775,698	81,974	211,573	224,729	108,18	460,125	462,567
443	771,361	72,569	212,964	225,943	109,729	460,029	462,631
444	775,74	80,544	211,871	225,393	109,217	459,849	462,601
445	779,051	76,683	212,216	225,535	107,575	449,239	462,961
446	773,024	76,097	216,598	230,124	111,132	459,627	462,747
447	777,331	76,358	216,274	230,066	111,038	458,295	462,742
448	782,019	93,831	215,908	229,767	109,883	440,46	462,497
449	775,649	94,84	215,248	228,088	110,62	449,14	462,281
450	777,097	72,304	215,667	228,476	110,659	453,791	462,36

Инструментальная позиция	ТП1065	ТП1075	ТП1076	ТП1077	ТП1078	ТП1079	ТС1013
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С
1	462,322	31,423	41,767	105,733	146,936	99,74	223,041
2	465,059	30,405	41,507	108,298	149,351	100,622	227,132
3	470,035	30,184	38,469	107,73	150,957	102,048	227,195
4	470,765	34,016	40,307	112,407	156,542	106,238	227,331
5	468,892	31,496	36,495	113,724	157,447	103,898	227,065
6	468,308	28,787	35,796	112,846	157,711	105,36	227,025
7	473,215	35,954	39,612	114,626	159,038	107,758	226,99
8	474,049	32,875	39,518	114,261	158,771	106,642	226,949
9	474,473	29,169	37,245	111,791	158,378	104,013	227,132
10	472,762	38,752	41,513	116,517	159,77	109,098	225,224
11	473,474	37,568	43,599	116,16	159,604	108,76	224,925
12	473,177	32,704	40,315	115,476	160,447	108,41	225,294
13	472,939	38,554	48,241	117,005	160,584	110,3	226,922
14	472,166	35,204	47,305	115,883	160,136	109,344	226,887
15	472,846	31,625	40,11	114,416	159,723	106,161	227,107
16	472,845	34,909	47,692	116,11	160,547	108,918	229,984
17	473,214	32,186	41,615	114,73	159,603	107,397	228,413
18	472,514	37,847	46,03	116,939	161,091	110,629	227,255
19	473,332	32,023	39,833	115,365	160,678	108,343	227,95
20	471,123	26,504	36,435	111,354	159,117	104,045	230,954
21	472,706	30,601	36,431	121,627	168,687	110,707	230,671
22	472,209	27,119	37,131	118,843	167,024	109,479	229,992
23	471,975	28,39	32,672	120,1	166,707	110,134	230,12
24	470,245	35,774	39,812	121,477	167,484	114,041	232,12
25	470,72	30,33	37,565	119,502	166,553	110,355	236,855
26	468,984	27,606	36,885	117,502	166,221	111,376	232,402
27	470,498	35,793	40,775	127,764	178,137	117,8	230,094
28	470,468	33,164	39,886	134,987	178,333	118,317	233,193
29	470,586	30,795	36,914	127,996	177,818	117,833	236,258
30	471,842	35,523	43,451	119,966	166,517	112,016	232,847
31	472,097	31,54	41,005	120,066	168,486	111,383	232,944
32	472,657	28,409	35,803	118,291	167,829	109,912	235,128
33	473,026	37,195	42,328	122,166	166,69	114,158	235,313
34	473,224	35,613	43,441	120,726	166,403	112,079	231,884
35	473,209	31,44	39,237	119,153	165,217	110,62	232,202
36	472,576	37,799	41,586	121,899	166,418	114,351	232,153
37	473,078	36,245	43,531	121,304	165,999	113,259	234,042
38	473,675	31,189	38,176	119,531	166,104	110,449	236,909

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
39	473,384	39,251	42,715	121,887	165,856	113,461	230,945
40	472,456	34,558	43,766	121,267	167,2	112,854	233,069
41	472,823	32,109	37,883	121,029	168,89	113,505	234,08
42	472,194	34,479	39,796	121,743	169,7	113,902	236,052
43	471,017	39,442	40,233	122,073	169,29	115,935	235,617
44	471,949	32,701	37,877	121,021	168,987	112,751	235,209
45	471,374	38,356	39,018	123,889	171,552	115,846	240,224
46	471,575	37,303	40,845	123,106	171,302	115,348	236,953
47	471,291	32,848	37,895	121,502	171,026	114,132	240,407
48	470,807	41,88	44,856	123,981	169,28	117,425	241,149
49	470,698	38,5	47,45	123,247	169,055	115,471	237,122
50	471,26	35,974	46,045	121,638	168,11	114,15	240,141
51	470,919	41,718	49,659	123,77	168,952	116,693	236,921
52	470,37	38,692	48,641	122,701	168,452	115,747	241,12
53	470,667	36,545	48,447	121,691	167,723	114,355	240,819
54	471,34	37,966	48,586	118,282	167,449	114,761	241,12
55	470,811	34,998	46,94	119,056	168,107	114,193	241,895
56	471,185	29,517	42,226	121,466	171,285	113,576	243,273
57	470,041	33,112	40,671	124,23	175,102	117,567	242,279
58	471,26	30,082	37,462	140,094	194,43	128,634	244,541
59	471,971	28,635	46,747	138,044	191,259	123,788	244,071
60	470,648	36,862	38,633	124,633	173,834	118,35	243,239
61	471,181	33,944	41,179	124,45	175,19	117,544	240,987
62	472,558	32,411	41,088	140,53	184,946	117,98	241,431
63	471,102	39,668	42,703	125,229	175,282	118,363	240,854
64	471,009	35,814	39,324	124,854	175,333	117,992	237,386
65	471,552	33,781	39,061	125,154	177,263	118,774	239,456
66	471,379	40,212	41,896	131,163	181,455	122,596	237,816
67	471,392	33,91	41,434	129,732	181,359	121,41	238,191
68	468,798	40,655	41,961	134,27	180,702	122,832	238,174
69	470,043	42,361	38,09	131,066	179,578	123,906	238,746
70	471,576	40,658	36,957	131,503	180,103	120,742	237,962
71	471,401	38,546	43,554	134,174	183,659	123,163	239,96
72	469,756	43,542	40,851	127,785	177,817	122,098	239,776
73	471,201	42,411	42,157	128,291	178,26	121,462	239,998
74	470,543	40,278	36,784	129,49	177,759	119,385	234,299
75	471,245	42,997	42,658	128,385	178,146	122,117	239,936
76	471,701	41,689	43,84	128,982	178,441	121,783	240,068
77	471,82	38,93	40,449	125,527	175,771	120,091	243,232
78	471,423	34,955	43,123	124,398	175,361	117,176	241,894
79	470,789	32,135	38,211	122,73	174,541	115,574	242,107

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
80	469,835	37,893	38,775	124,403	174,546	117,569	239,574
81	470,452	38,194	40,185	124,121	174,427	118,473	241,017
82	470,157	36,039	39,792	123,693	174,063	116,635	241,123
83	470,064	37,185	41,383	124,132	174,93	118,146	241,863
84	470,356	38,801	43,193	124,989	175,542	118,092	243,025
85	470,563	35,804	40,441	123,214	173,533	115,817	243,087
86	469,66	39,122	43,159	124,278	173,473	118,062	239,77
87	470,693	39,53	46,165	125,172	173,089	117,393	239,882
88	469,72	38,965	44,554	124,807	172,513	117,226	234,672
89	472,395	40,521	48,405	125,26	172,657	118,035	235,05
90	472,886	38,44	44,057	125,013	174,617	117,846	237,026
91	475,812	34,471	42,769	128,188	176,169	120,807	233,943
92	476,67	36,024	41,065	135,403	177,309	117,219	232,201
93	475,624	35,642	44,572	130,597	176,664	121,148	228,94
94	474,222	34,486	38,557	130,364	175,498	118,977	230,947
95	473,457	37,837	43,666	130,885	177,142	117,301	235,839
96	473,812	37,432	37,77	134,138	176,84	119,341	233,606
97	472,223	39,064	39,039	125,747	175,701	118,588	237,152
98	472,089	37,066	39,122	125,559	175,775	118,544	235,898
99	472,471	38,275	37,45	136,962	178,555	116,279	235,84
100	473,569	42,212	44,093	126,706	174,409	119,034	235,994
101	473,385	42,499	39,926	124,089	174,254	120,455	235,968
102	471,692	37,562	35,24	125,729	173,641	118,809	235,765
103	472,014	43,102	41,664	126,925	176	121,896	236,064
104	472,631	38,672	39,898	127,283	176,096	118,965	235,964
105	471,927	43,073	42,448	129,369	176,583	120,609	235,87
106	472,302	39,983	40,177	127,735	178,024	121,766	235,065
107	474,509	39,863	42,273	129,909	175,741	120,173	235,153
108	471,625	40,646	40,315	127,674	178,454	122,409	239,017
109	472,19	35,622	40,842	130,043	178,54	120,084	238,007
110	472,977	36,61	42,11	131,934	178,462	119,747	238,199
111	472,051	40,429	35,55	127,998	175,181	116,728	237,956
112	471,823	39,659	37,036	126,618	175,146	118,46	238,958
113	471,087	46,627	37,063	138,593	180,284	124,595	235,059
114	470,345	43,34	39,056	138,267	180,267	124,431	229,945
115	472,255	43,28	40,605	131,138	179,238	122,777	234,185
116	472,818	41,393	36,356	128,101	176,615	120,669	237,091
117	470,618	41,923	37,358	129,191	177,435	121,088	236,756
118	471,306	41,106	40,044	130,144	178,346	121,234	235,973
119	471,692	42,054	34,644	136,404	179,813	121,971	236,466
120	471,291	43,121	42,891	133,082	180,356	123,853	231,518

Инструментальная позиция	ТI1065	ТI1075	ТI1076	ТI1077	ТI1078	ТI1079	ТIС1013
121	470,599	41,869	42,238	135,671	180,026	123,76	230,874
122	471,278	43,648	40,358	141,677	182,913	125,102	228,995
123	470,67	44,979	41,587	130,447	176,429	121,345	231,074
124	472,198	40,648	42,159	128,857	174,864	119,15	232,415
125	470,194	40,982	40,221	127,711	176,226	120,965	232,311
126	471,22	42,518	38,921	128,246	176,182	121,801	236,965
127	471,917	45,279	40,383	131,746	178,068	123,002	232,923
128	468,91	41,245	35,766	127,099	176,076	122,387	231,896
129	470,866	42,587	37,285	133,524	178,678	123,796	232,587
130	470,636	41,587	37,35	137,047	179,085	121,462	231,536
131	471,536	44,392	35,574	130,609	175,424	121,204	231,187
132	472,602	41,527	39,12	126,91	174,948	119,047	237,32
133	472,276	40,735	38,448	126,692	174,684	119,686	236,054
134	472,902	40,596	35,173	129,209	175,055	119,128	235,063
135	472,371	43,433	39,795	126,317	174,813	121,253	234,894
136	472,118	38,811	36,261	124,794	174,915	119,768	235,014
137	472,233	41,348	39,34	127,804	174,376	118,346	233,879
138	472,553	38,684	36,111	130,924	175,98	119,954	231,874
139	471,678	35,671	34,453	129,261	175,717	120,916	227,53
140	473,392	40,761	40,675	126,933	174,15	119,486	230,552
141	473,888	37,387	40,813	125,303	173,946	116,852	235,029
142	472,854	38,862	38,126	127,002	173,69	118,279	229,021
143	473,319	39,179	40,444	126,814	175,645	118,836	234,016
144	472,559	39,161	40,908	127,656	175,834	119,033	231,8
145	471,358	40,209	34,353	136,5	177,285	124,52	229,804
146	468,545	41,155	38,753	132,379	180,523	125,223	225,653
147	469,526	40,949	38,787	132,691	179,788	124,905	227,225
148	472,115	39,137	38,301	131,632	174,508	117,176	229,639
149	470,866	41,764	41,306	130,254	176,008	118,619	232,127
150	472,531	39,869	36,611	136,985	178,344	119,188	230,312
151	471,798	37,059	40,929	129,673	178,641	120,911	229,959
152	471,753	39,395	38,511	136,929	179,678	121,704	229,985
153	471,963	39,227	38,228	133,134	177,678	120,483	230,048
154	471,538	38,716	38,735	125,859	176,449	119,305	229,795
155	471,148	43,164	41,294	131,074	177,844	123,066	228,884
156	471,398	37,677	39,796	130,978	177,549	120,016	226,95
157	472,632	36,808	38,199	131,726	177,225	118,512	229,684
158	471,542	41,205	39,481	129,76	176,965	122,089	228,828
159	472,36	38,834	41,362	129,309	177,424	120,437	232,521
160	471,782	38,251	37,622	129,541	176,478	122,343	231,986
161	471,665	42,823	48,196	135,302	179,398	121,297	230,607

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
162	472,528	41,272	43,271	134,408	178,97	121,695	229
163	472,234	39,975	36,625	136,101	177,575	118,33	228,522
164	471,865	39,688	50,663	134,28	174,416	123,942	227,776
165	470,036	38,891	38,43	120,947	166,478	114,337	230,84
166	471,774	41,229	42,826	123,082	167,723	115,995	230,92
167	472,512	36,83	43,036	121,724	167,678	112,744	231,035
168	473,209	36,678	40,098	124,506	168,723	115,041	226,077
169	472,958	40,679	43,908	131,468	173,538	118,948	220,932
170	473,087	40,904	42,559	130,59	173,74	119,769	221,386
171	474,256	37,969	37,507	122,937	169,64	114,577	231,866
172	473,428	42,253	43,338	127,325	173,786	117,65	231,987
173	474,048	39,713	41,509	125,285	169,947	116,098	233,207
174	474,629	36,345	42,396	124,548	171,901	114,543	232,826
175	474,007	41,866	42,692	124,967	170,501	117,905	231,049
176	474,089	39,495	41,111	125,693	171,503	117,687	227,691
177	474,302	38,615	41,146	125,857	170,217	114,181	228,738
178	472,976	42,465	42,287	122,232	168,23	117,177	234,492
179	470,64	40,139	41,773	125,232	172,069	119,726	233,393
180	471,188	41,575	40,766	125,558	170,876	120,189	231,793
181	472,597	40,429	42,446	131,187	174,78	120,589	231,996
182	473,22	37,297	43,452	129,696	174,508	118,358	230,964
183	469,534	34,487	36,466	131,54	172,662	118,461	229,551
184	472,897	42,453	44,326	127,944	172,596	119,804	231,148
185	474,379	39,697	47,799	127,739	173,333	118,186	233,454
186	474,542	35,465	43,589	127,469	170,901	110,573	233,86
187	474,311	43,888	43,984	127,719	173,282	117,788	233,033
188	474,093	40,712	45,928	126,891	172,458	118,84	233,001
189	473,853	36,204	42,074	124,723	173,293	117,41	234,922
190	474,442	41,767	44,653	125,708	172,915	119,95	238,802
191	475,12	39,635	38,363	124,001	172,635	118,094	237,978
192	474,117	41,07	40,693	124,675	172,471	119,776	237,601
193	474,841	34,948	41,352	123,503	171,983	117,582	238,243
194	473,986	37,549	33,786	126,107	170,805	116,384	235,841
195	474,243	37,418	38,097	125,004	171,549	116,687	235,759
196	474,797	36,515	33,946	125,453	172,162	116,473	236,303
197	475,257	35,886	33,511	124,765	171,519	115,93	235,973
198	475,727	42,976	38,01	125,619	171,904	119,308	236,188
199	476,527	39,479	37,373	131,203	174,322	119,112	237,01
200	475,683	37,076	36,633	131,602	172,198	115,025	234,536
201	475,572	40,536	38,1	127,87	172,651	118,543	234,965
202	475,352	39,843	39,594	126,083	172	117,998	235,897

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
203	474,916	36,92	38,767	126,164	172,439	116,656	236,76
204	475,395	36,993	38,83	122,915	171,651	118,367	236,868
205	474,031	40,104	41,411	127,192	172,753	118,494	233,696
206	474,993	40,459	41,438	129,615	174,02	117,934	233,46
207	473,579	41,264	42,844	127,575	173,893	122,319	232,026
208	473,369	36,746	41,487	132,957	176,398	118,593	231,33
209	476,704	40,903	38,016	135,377	175,494	122,202	232,997
210	474,447	42,23	40,951	138,727	178,35	121,708	232,388
211	476,006	44,137	46,193	136,178	175,779	120,127	232,755
212	472,166	36,889	38,325	135,156	178,735	120,035	229,647
213	472,561	41,828	42,797	136,858	178,947	123,895	228,147
214	471,682	39,867	41,826	134,373	176,84	122,651	227,862
215	473,218	38,438	38,934	128,792	171,635	113,489	227,214
216	473,664	43,828	41,519	126,765	170,836	121,272	228,837
217	471,997	41,463	38,625	125,328	171,387	120,232	227,937
218	473,36	42,071	45,312	131,344	173,935	119,377	226,547
219	470,936	44,763	47,741	128,397	171,841	121,789	225,239
220	471,569	42,809	40,728	129,192	172,634	121,109	226,058
221	472,509	42,574	42,707	131,437	176,094	122,158	228,971
222	474,36	43,12	46,936	134,397	177,237	121,425	231,271
223	473,845	39,343	43,891	128,656	175,104	119,251	235,325
224	473,008	37,081	37,3	124,543	173,111	118,901	239,161
225	470,998	43,726	41,676	133,337	178,364	123,157	234,004
226	472,172	42,969	41,538	133,937	178,6	122,471	233,679
227	473,335	42,617	34,288	129,283	177,249	123,209	237,81
228	474,081	43,759	42,475	129,189	175,331	122,249	238,345
229	474,609	40,129	40,089	128,363	175,568	119,898	238,282
230	470,335	44,308	39,142	132,641	177,582	123,35	232,704
231	475,328	43,869	41,051	130,796	175,659	120,904	236,282
232	476,099	41,143	48,106	130,136	176,713	121,22	236,917
233	475,937	41,445	41,414	127,888	173,988	120,926	239,077
234	474,78	44,202	42,316	128,252	174,032	122,189	240,894
235	473,557	41,232	39,038	127,18	174,128	121,47	235,577
236	475,02	38,952	40,16	125,563	171,724	118,44	235,434
237	473,591	42,657	46,162	127,941	172,308	120,083	231,914
238	475,442	41,09	46,138	129,102	175,238	120,368	230,239
239	477,845	41,198	43,18	128,381	174,252	120,361	230,53
240	476,663	42,167	43,833	127,997	173,922	121,302	233,682
241	474,998	43,748	44,66	129,602	175,135	123,454	231,032
242	472,778	42,63	38,001	141,073	183,241	127,711	230,969
243	472,785	40,737	47,406	145,316	185,917	127,096	228,416

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
244	474,542	41,673	42,481	140,233	181,233	125,548	227,913
245	478,483	43,048	37,091	138,719	180,803	127,598	234,452
246	475,985	41,629	43,481	131,876	178,746	125,649	233,993
247	474,267	42,718	45,061	135,389	181,186	125,115	227,91
248	471,404	44,661	39,34	139,191	182,761	127,335	227,79
249	471,03	44,039	46,961	137,261	182,517	126,714	226,158
250	470,953	43,181	42,546	143,609	184,176	128,024	226,286
251	473,803	43,137	41,735	137,838	181,303	124,818	234,452
252	473,429	43,435	44,262	134,933	181,746	126,557	232,029
253	472,467	41,892	40,654	139,009	187,737	133,315	226,838
254	471,756	40,148	45,124	142,627	184,243	127,442	230,303
255	471,58	43,243	43,195	138,057	182,384	125,906	227,949
256	472,067	42,696	50,804	150,962	187,566	119,873	228,543
257	473,685	44,44	39,457	138,905	184,86	128,968	231,329
258	475,153	42,363	37,813	135,84	181,597	124,07	239,506
259	476,557	40,922	46,388	137,481	180,828	121,473	237,605
260	475,215	38,023	35,068	139,738	182,87	124,548	237,403
261	473,874	43,684	41,36	143,263	182,27	125,044	233,832
262	475,655	44,046	41,28	140,764	182,39	125,587	234,192
263	475,924	41,664	39,687	137,926	181,053	124,835	234,174
264	477,537	43,754	41,591	138,582	180,943	124,03	234,992
265	478,112	40,004	39,154	132,74	176,13	120,614	234,892
266	478,194	37,507	36,26	130,223	175,451	119,355	235,058
267	479,165	44,697	39,136	135,391	177,027	122,944	235,895
268	478,896	47,509	41,202	136,488	177,841	123,029	236,335
269	479,193	46,878	37,897	134,965	177,356	123,944	236,096
270	478,321	48,943	43,031	132,57	178,166	125,024	235,941
271	477,954	42,932	41,831	131,416	177,294	121,245	236,187
272	477,917	41,869	40,394	136,256	177,833	120,5	237,415
273	475,84	43,377	39,929	131,687	177,715	123,6	234,587
274	475,031	42,914	37,894	137,735	179,827	123,232	236,959
275	475,054	44,099	39,92	138,836	180,216	124,307	237,258
276	474,253	44,859	41,519	137,198	181,079	125,399	237,129
277	475,667	43,442	41,558	136,945	180,372	124,49	236,94
278	475,556	41,881	37,107	135,941	177,644	122,901	239,943
279	475,092	45,389	43,436	132,248	178,658	124,511	240,094
280	475,16	45,365	44	132,128	178,514	124,485	240,041
281	476,423	41,709	41,946	130,75	177,824	122,079	246,002
282	475,697	43,638	43,396	130,23	176,501	121,899	243,017
283	475,202	40,811	42,861	129,368	176,403	121,393	242,958
284	475,959	40,346	40,501	128,488	176,04	120,955	240,466

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
285	476,601	43,666	43,94	130,747	176,799	122,417	240,016
286	476,419	39,938	43,979	128,419	176,217	121,818	240,03
287	474,779	41,878	40,517	129,614	176,536	122,88	239,28
288	475,242	43,265	44,658	131,418	177,719	123,269	237,951
289	474,539	40,729	43,257	130,518	177,581	122,049	237,994
290	475,911	41,207	45,67	130,317	177,708	121,837	240,075
291	475,111	44,208	44,685	130,661	176,704	122,935	237,959
292	475,868	41,395	47,179	129,674	176,479	121,307	237,93
293	476,46	38,649	41,547	133,393	176,867	120,027	237,935
294	475,374	43,802	43,765	130,374	175,831	122,047	237,063
295	475,005	41,114	46,981	128,869	175,606	121,362	235,974
296	474,923	41,054	42,34	131,36	178,081	122,398	235,998
297	473,873	43,294	44,866	131,265	177,672	123,241	236,045
298	473,603	44,677	44,156	131,204	177,571	124,064	235,994
299	472,924	43,73	40,615	131,561	177,796	123,915	236,083
300	473,042	42,998	47,278	135,763	183,125	126,343	233,529
301	473,209	40,923	44,568	140,645	183,527	125,706	230,08
302	474,33	42,861	42,176	140,257	183,611	126,039	232,019
303	475,349	42,258	45,577	141,311	181,524	123,725	230,902
304	476,697	40,419	44,468	136,363	180,227	122,18	235,222
305	476,161	41,419	42,452	131,654	176,621	120,902	229,868
306	480,525	33,164	46,95	128,84	176,358	121,706	223,966
307	480,936	32,021	52,295	119,461	170,478	114,686	217,943
308	477,222	33,223	56,332	136,337	175,021	111,024	210,079
309	476,832	30,004	54,523	128,411	173,026	113,858	208,9
310	477,958	25,969	52,344	121,624	167,511	110,357	205,743
311	478,444	26,296	53,406	124,293	167,028	108,954	202,04
312	476,325	22,934	53,859	125,595	167,144	106,604	202,199
313	476,624	24,659	49,597	116,891	166,505	110,412	204,211
314	477,323	29,558	51,064	128,514	165,808	108,717	200,894
315	480,018	29,298	52,027	130,161	165,842	107,142	198,976
316	480,122	28,237	48,364	127,259	165,018	108,037	199,153
317	479,905	36,135	46,159	131,505	164,084	110,901	200,114
318	481,698	34,703	45,396	129,203	163,98	109,467	205,005
319	481,162	32,517	43,245	128,696	164,232	108,815	206,035
320	479,618	31,133	46,205	124,853	165,285	110,537	206,082
321	479,573	29,65	46,137	125,269	165,786	109,854	206,024
322	479,476	27,77	44,216	123,587	165,752	108,861	206,316
323	478,546	28,538	44,237	123,909	165,162	110,198	205,987
324	479,068	26,524	47,441	123,343	166,364	107,466	204,98
325	479,38	25,696	49,188	122,109	165,268	106,698	205,016

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
326	478,924	28,623	48,998	122,972	165,625	108,833	204,945
327	479,489	27,158	49,023	123,14	166,173	108,44	205,994
328	479,923	25,604	48,755	121,752	165,57	106,912	205,523
329	479,86	28,462	48,593	125,374	166,197	108,486	205,291
330	480,085	28,963	46,639	123,021	164,487	108,314	204,939
331	479,608	26,757	46,695	122,703	164,037	107,242	203,007
332	479,511	31,363	47,305	124,571	164,394	110,563	200,886
333	479,719	30,493	47,897	125,73	165,166	109,876	199,991
334	479,632	28,356	47,889	126,115	164,931	106,631	200,948
335	479,713	34,816	49,444	127,436	164,329	110,983	199,895
336	479,141	33,753	47,302	126,112	164,947	112,738	201,003
337	479,573	31,417	47,57	126,972	165,67	109,777	201,01
338	479,282	32,671	49,625	128,279	164,975	108,477	201,044
339	479,562	31,368	48,317	124,396	164,439	109,524	201,091
340	479,228	30,533	47,907	125,105	164,204	109,069	201,975
341	478,87	34,297	48,163	128,008	165,349	110,925	200,996
342	479,259	32,959	48,08	130,644	166,351	108,82	202,941
343	479,04	30,396	47,951	126,975	165,111	107,829	203,003
344	479,128	35,484	49,573	127,012	164,625	113,088	201,035
345	478,876	32,441	51,427	131,104	166,026	108,476	202,945
346	479,183	26,106	49,567	124,706	163,921	106,116	203,026
347	479,404	32,745	51,425	129,16	165,364	109,15	200,843
348	480,013	27,591	51,904	125,763	163,66	106,793	200,991
349	479,965	26,712	50,569	125,117	162,029	104,602	201,012
350	478,099	31,432	50,36	127,547	163,496	110,024	201,069
351	479,997	28,543	51,238	129,213	163,894	104,859	201,009
352	479,902	25,811	51,198	124,843	162,729	104,278	201,108
353	477,538	31,384	53,423	130,128	164,189	107,865	199,043
354	477,773	28,334	53,154	130,905	164,219	105,679	198,994
355	480,139	25,713	51,241	127,244	164,034	105,402	199,072
356	479,39	30,524	50,839	128,437	163,816	108,647	200,947
357	478,439	28,131	48,716	128,552	164,061	107,46	204,993
358	479,699	24,944	50,54	125,968	163,014	104,387	202,086
359	479,096	29,683	49,312	129,237	165,203	106,195	204,917
360	479,834	27,857	52,079	129,32	166,117	107,76	204,236
361	479,617	28,59	52,947	125,901	164,973	106,901	203,062
362	478,859	33,588	51,278	130,522	165,555	109,457	203,001
363	478,793	35,15	48,989	127,237	164,396	111,763	205,989
364	477,03	31,405	57,665	146,871	167,973	106,478	199,265
365	474,615	30,397	48,445	129,725	165,649	110,1	206,237
366	475,405	31,801	48,827	131,854	166,728	110,47	206,059

Инструментальная позиция	Т11065	Т11075	Т11076	Т11077	Т11078	Т11079	Т1С1013
367	476,118	29,907	51,474	132,785	165,935	108,281	203,733
368	477,444	30,314	53,52	132,14	165,344	108,21	199,839
369	477,296	33,627	51,617	130,376	165,513	110,183	211,962
370	476,997	32,829	54,536	136,568	165,501	108,498	202,005
371	476,678	32,707	51,383	128,593	165,296	109,412	209,905
372	478,19	36,852	49,026	131,179	164,102	109,685	207,974
373	477,813	37,324	50,968	133,937	165,269	110,166	206,17
374	473,605	34,734	46,599	134,054	173,892	116,129	222,914
375	474,123	39,131	47,05	133,989	173,504	118,835	223,007
376	474,036	37,347	45,856	134,986	176,206	120,182	228,243
377	473,184	34,332	51,375	141,885	185,343	119,873	231,105
378	473,006	39,523	47,611	135,493	178,892	124,047	230,991
379	474,38	35,487	47,112	134,225	178,292	120,385	227,936
380	473,557	38,544	49,824	135,961	179,517	119,114	224,891
381	475,549	37,812	52,683	139,679	180,655	121,602	219,983
382	475,248	36,39	54,68	141,517	180,919	121,237	215,987
383	476,552	33,783	56,577	142,489	177,803	115,729	215,578
384	476,115	38,041	52,366	134,568	173,145	117,244	217,622
385	476,211	35,751	47,049	132,217	172,265	116,288	220,024
386	476,222	34,288	46,504	131,034	172,246	115,95	227,437
387	474,732	34,771	43,097	130,894	171,923	116,335	229,11
388	474,422	32,528	38,198	131,621	172,41	115,914	233,96
389	474,004	34,081	41,251	131,058	174,291	115,826	234,393
390	474,331	37,44	41,032	133,643	174,614	119,067	233,535
391	473,601	35,624	38,005	131,357	172,784	120,204	233,202
392	476,945	37,905	53,97	144,29	176,43	116,798	215,039
393	476,561	38,612	52,641	139,448	177,175	119,233	216,067
394	475,767	39,705	47,987	135,895	177,259	120,741	220,464
395	475,369	39,033	41,484	132,952	174,353	119,55	231,165
396	475,117	43,814	42,215	136,24	176,852	123,35	230,029
397	476,849	38,261	45,205	137,096	178,617	121,614	231,096
398	474,378	38,043	38,561	136,498	177,368	120,996	235,477
399	477,867	42,817	40,866	142,324	185,477	125,226	236,466
400	478,393	40,318	47,805	148,431	187,59	124,5	226,843
401	473,41	42,298	43,808	137,219	179,359	123,231	234,257
402	474,096	44,439	44,293	137,299	179,406	124,163	236,156
403	473,719	35,444	43,476	134,284	178,566	120,27	234,141
404	473,642	37,003	41,689	136,074	178,939	120,619	235,955
405	473,661	37,74	43,784	135,264	178,537	120,969	237,091
406	473,647	36,832	41,859	136,178	178,728	122,298	239,867
407	474,152	37,193	43,426	137,211	178,824	122,861	233,367

Инструментальная позиция	ТН1065	ТН1075	ТН1076	ТН1077	ТН1078	ТН1079	ТН1013
408	474,141	37,123	43,767	138,396	179,942	121,395	232,898
409	473,465	36,056	41,592	137,808	180,543	123,163	235,091
410	473,828	37,547	43,884	138,262	181,683	124,08	234,815
411	473,889	37,526	45,023	139,068	181,365	123,332	232,883
412	472,03	35,285	44,417	134,115	178,896	120,86	234,953
413	474,344	43,087	44,984	139,134	181,473	124,26	235,133
414	473,873	41,881	45,312	138,704	180,285	124,006	234,879
415	473,469	41,049	45,764	138,471	178,634	124,337	234,432
416	474,113	42,479	42,641	138,376	179,255	126,051	235,012
417	474,35	40,792	43,324	140,666	181,999	122,514	234,877
418	474,483	40,29	44,032	140,817	181,758	122,16	234,858
419	474,558	42,651	47,294	141,438	181,2	124,569	229,94
420	475,271	37,248	48,911	138,447	180,11	123,009	224,369
421	474,4	35,848	47,813	139,377	180,358	119,374	226,959
422	473,822	35,353	42,567	135,623	176,872	119,813	230,459
423	474,569	36,828	43,619	135,892	177,637	119,383	231,05
424	474,524	35,605	40,875	134,769	177,932	118,85	232,927
425	476,033	36,36	43,92	134,926	175,604	118,737	227,09
426	475,696	35,714	45,437	132,21	176,207	116,733	226,058
427	475,133	35,487	42,944	130,037	174,725	118,124	231,013
428	475,594	37,232	44,238	131,443	177,247	119,835	224,992
429	475,684	37,002	47,241	131,517	177,402	119,933	220,108
430	475,931	39,982	46,928	131,492	176,917	120,194	220,991
431	475,588	40,443	45,825	133,935	176,686	120,458	222,534
432	475,656	40,254	44,251	135,497	177,1	119,67	222,265
433	474,241	39,473	39,045	136,98	177,122	120,523	227,777
434	474,355	40,306	34,883	130,609	176,713	123,668	230,186
435	476,486	41,861	34,698	130,684	176,523	126,306	231,038
436	473,875	38,019	40,709	127,982	175,409	124,609	228,829
437	473,998	41,208	36,066	139,436	180,099	120,546	226,464
438	475,727	40,431	35,451	136,446	178,33	120,9	227,115
439	475,677	37,219	42,217	140,006	178,518	114,503	229,174
440	474,94	40,178	40,149	131,207	177,13	117,96	229,952
441	475,046	36,705	39,442	128,206	176,603	118,09	229,866
442	475,821	35,331	42,17	134,291	177,698	115,389	230,213
443	474,868	38,944	42,221	132,091	177,966	116,927	230,931
444	475,163	36,921	36,531	129,705	177,041	118,568	230,956
445	475,572	33,046	32,89	126,864	174,846	117,669	231,351
446	474,44	39,367	38,689	128,502	176,517	119,013	235,76
447	474,513	36,426	40,787	127,601	176,906	116,779	235,728
448	474,829	34,723	32,409	126,375	175,517	116,476	235,96

Инструментальная позиция	ТН1065	ТН1075	ТН1076	ТН1077	ТН1078	ТН1079	ТН1013
449	474,552	39,767	36,956	130,189	178,271	120,666	233,822
450	474,648	38,437	45,29	132,753	178,321	117,353	233,953

Инструментальная позиция	ТН1035	ТН1041	ТН1043	ТН1044	ТН1080	ПН2004	ПН2015	ПН2016	Октановое число
№\Ед. измерения	град. С	град. С	град. С	град. С	град. С	кгс/см ²	кгс/см ²	кгс/см ²	
1	310,689	471,869	473,167	471,122	167,305	8,58	22,599	22,288	82,3
2	309,601	470,076	470,479	469,819	167,26	8,705	22,531	22,188	82,7
3	311,397	474,963	476,628	476,133	173,866	8,707	22,561	22,192	82,9
4	310,272	474,911	475,045	475,013	175,188	8,773	22,5	22,15	83,1
5	309,498	474,725	474,941	474,773	175,684	8,844	22,646	22,294	83
6	309,771	475,356	475,365	475,613	175,797	8,931	22,52	22,165	82,6
7	309,509	480,288	478,829	480,406	175,507	9,057	22,44	22,087	83,6
8	309,312	479,445	479,103	479,612	175,06	9,031	22,473	22,121	83,7
9	310,767	481,363	480,578	480,559	175,429	8,906	22,421	22,058	83,8
10	310,554	480,532	480,489	480,282	176,268	9,005	22,451	22,08	83,4
11	310,158	480,419	479,935	480,014	175,592	8,872	22,428	22,053	83,4
12	310,296	479,784	480,023	480,131	177,06	8,812	22,419	22,06	84,1
13	310,007	479,564	479,546	480,041	177,032	8,862	22,849	22,509	84
14	309,973	480,548	480,142	480,252	177,261	8,836	22,412	22,057	84,5
15	309,722	479,786	479,863	479,949	177,356	8,68	22,419	22,061	84,2
16	309,916	480,385	479,539	480,104	177,59	8,98	22,388	22,002	84,3
17	309,015	479,276	480,146	480,08	177,063	8,744	22,76	22,414	84,2
18	305,607	481,317	480,659	479,625	177,274	8,797	22,402	22,04	84,5

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
19	305,03	480,948	480,26 6	479,87 2	177,66	8,76	22,923	22,569	84
20	308,725	485,351	484,41 3	483,55 6	178,99 3	8,863	23,24	22,893	84,2
21	299,562	478,948	479,56 7	479,69 6	185,40 2	8,794	22,259	21,832	84
22	299,588	479,978	479,60 7	479,58 8	185,29	8,911	22,146	21,707	84
23	299,684	479,969	479,99 5	479,97 9	184,62	8,943	22,1	21,652	84
24	299,345	479,951	479,41	479,49 3	186,05 6	8,448	22,162	21,72	84,1
25	300,166	479,882	480,14 4	480,20 6	185,30 9	8,636	22,139	21,704	84,3
26	296,712	479,35	479,13 5	477,50 7	187,31 2	8,663	22,157	21,71	84,2
27	298,647	479,951	478,76 8	478,78 9	194,91 8	8,466	22,12	21,673	83,6
28	300,074	479,845	478,86 3	480,02 1	195,29 1	8,5	22,142	21,7	83,8
29	300,056	480,042	480,30 5	480,24 3	195,98 7	8,68	22,13	21,682	83,5
30	299,918	481,787	482,26 1	482,15 4	184,97 6	8,296	22,057	21,604	83,6
31	299,807	482,028	481,92	481,74 7	186,78 9	8,397	22,08	21,63	84
32	300,244	482,37	482,11 3	482,24 3	186,52 1	8,357	22,118	21,663	84,2
33	300,58	482,332	482,22 1	482,67	184,10 3	8,731	22,112	21,667	83,6
34	299,867	482,379	482,10 8	481,93 2	183,59 6	8,536	22,13	21,691	84,1
35	300,223	482,237	482,34 9	481,96 4	184,22 8	8,62	21,965	21,512	84,3
36	299,813	482,008	481,88 5	481,99 5	182,72 6	8,364	22,108	21,659	84,2
37	300,344	482,439	481,82 6	482,03 3	184,17 9	8,5	22,569	22,132	84,3
38	301,201	482,655	483,10 6	482,82	185,26 3	8,615	22,407	21,966	84,5
39	300,358	482,258	482,30 5	482,24 8	182,78 1	8,357	22,715	22,277	84,4
40	300,11	482,29	482,10 2	482,10 1	184,95 8	8,419	21,996	21,526	84,4
41	300,131	482,103	482,52 8	482,25 2	187,72 4	8,44	22,021	21,542	84,1
42	299,698	482,33	482,13 9	481,89	187,62 5	8,532	21,991	21,517	84,1
43	299,418	482,176	481,61	481,57	187,55	8,606	21,867	21,371	84,2

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			8	6	6				
44	300,437	482,509	482,414	482,148	188,842	8,415	22,045	21,561	84,3
45	300,057	482,53	481,808	482,063	190,115	8,642	22,046	21,569	83,9
46	300,144	482,576	482,178	482,285	189,292	8,497	22	21,508	84,5
47	300,801	482,24	482,285	482,271	189,414	8,308	21,967	21,477	84,5
48	299,948	482,275	481,638	481,857	187,11	8,313	21,989	21,508	85
49	300,087	482,32	482,049	482,134	187,074	8,212	22,023	21,545	84,7
50	299,891	482,21	481,841	481,779	187,069	8,228	21,962	21,478	84,6
51	300,096	482,035	481,79	482,026	186,759	8,157	22,003	21,524	84,5
52	299,874	481,944	481,891	482,141	187,19	8,326	22,039	21,552	84,9
53	299,51	482,085	481,717	481,93	187,136	8,175	21,932	21,436	84,6
54	300,259	482,049	481,921	482,352	186,656	8,217	21,983	21,493	84,7
55	299,536	481,815	481,613	481,579	187,829	8,302	21,968	21,481	84,6
56	300,246	481,976	482,03	482,076	191,361	8,21	21,95	21,46	85
57	299,148	482,163	481,929	481,849	196,896	8,138	21,922	21,429	85,5
58	297,608	481,136	480,522	480,763	212,882	8,742	21,943	21,449	84,3
59	300,935	482,175	482,382	482,415	211,402	8,879	22,041	21,543	84,4
60	299,734	481,947	481,63	481,641	192,142	8,773	22,004	21,511	83,7
61	299,963	481,991	481,936	481,983	192,918	8,675	21,992	21,501	84,8
62	299,119	481,098	481,027	481,322	201,08	8,765	21,958	21,443	84,5
63	299,968	481,984	482,147	482,069	192,948	8,683	21,887	21,374	84,5
64	298,757	481,702	481,668	481,353	192,319	8,708	21,911	21,396	84,7
65	299,829	482,205	482,145	482,235	195,163	8,56	21,956	21,441	83,2
66	299,446	481,861	481,544	481,788	198,28	8,514	21,848	21,33	84,8
67	300,066	482,741	483,099	482,881	198,968	8,629	21,963	21,437	84,2

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
68	296,718	482,151	481,281	481,284	197,467	8,432	21,967	21,454	84,4
69	299,462	481,86	481,634	481,533	195,262	8,372	21,787	21,261	84,2
70	300,687	481,7	481,924	481,872	195,735	8,51	21,844	21,313	84,4
71	300,884	482,238	482,545	482,203	199,574	8,604	21,788	21,253	84,5
72	298,764	481,49	481,549	480,699	194,44	8,289	21,759	21,231	84,5
73	300,133	481,938	482,059	482,086	194,455	8,521	21,857	21,312	84,6
74	297,615	480,881	480,163	479,803	193,807	8,209	21,835	21,297	84,8
75	294,163	482,133	482,248	482,166	194,088	8,843	21,821	21,288	84,6
76	294,987	482,055	481,947	481,953	194,611	8,897	21,819	21,278	84,5
77	294,37	481,66	481,337	481,479	191,633	8,969	21,986	21,47	84,6
78	294,901	481,965	481,843	481,937	192,753	8,835	21,952	21,449	84,8
79	295,484	482,058	482,231	482,132	192,931	8,825	22,003	21,489	83,8
80	293,973	481,798	481,707	481,527	192,499	8,374	22,002	21,495	80,7
81	295,056	481,974	482,017	481,998	191,389	8,367	21,939	21,428	84
82	295,25	482,031	482,101	482,089	192,967	8,392	21,965	21,451	84,2
83	294,427	481,79	481,755	481,629	190,794	8,371	21,925	21,418	84
84	295,283	482,088	482,019	482,052	190,428	8,504	22,07	21,565	84,4
85	295,045	482,079	482,327	482,406	188,141	8,55	21,981	21,463	84,2
86	295,698	482,262	482,394	481,943	188,617	8,468	21,996	21,489	84,1
87	294,31	481,656	481,478	481,758	188,356	8,737	22,222	21,719	84
88	294,6	481,893	481,846	481,654	188,567	8,572	21,994	21,472	83,1
89	295,019	483,141	482,962	483,227	184,948	8,559	22,394	21,906	83,1
90	294,698	482,913	482,936	482,929	187,97	8,689	22,734	22,247	84
91	294,788	483,252	483,367	483,296	186,274	8,537	22,219	21,817	85,2
92	294,785	482,822	482,97	482,91	187,28	8,957	22,265	21,859	85,4

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
				6	8				
93	295,974	483,304	483,618	483,518	187,262	8,577	22,265	21,862	85,2
94	294,703	483,181	483,399	483,265	187,547	8,625	22,184	21,762	84,9
95	295,601	483,173	483,264	483,186	189,465	8,548	22,097	21,652	84,4
96	292,608	482,705	482,258	482,218	190,584	8,54	22,01	21,544	84,9
97	296,338	483,35	483,663	483,738	190,13	8,569	22,037	21,531	84,5
98	294,776	483,01	483,058	482,978	190,349	8,678	22,149	21,649	84,2
99	292,687	482,507	482,105	482,098	192,019	8,456	22,442	21,952	84,3
100	294,61	482,953	482,964	482,996	186,526	8,629	22,421	21,914	84,3
101	295,174	483,019	482,978	483,016	187,297	8,711	22,379	21,87	84
102	294,478	483,071	483,163	482,905	187,382	8,753	21,868	21,324	84,2
103	295,294	483,036	483,126	483,018	189,58	8,767	22,31	21,775	84
104	294,672	482,996	483,007	483,072	190,106	8,806	22,369	21,835	84
105	294,729	482,97	483,058	482,955	190,873	8,863	22,481	21,952	83,7
106	295,316	483,084	483,197	483,41	192,323	8,944	22,709	22,174	83,6
107	299,132	484,119	485,185	485,725	191,168	8,621	22,867	22,33	83,7
108	295,089	483,031	483,104	483,099	193,23	8,56	22,437	21,908	84,1
109	295,761	483,143	483,442	483,293	192,947	8,7	22,444	21,912	84
110	295,432	483,201	483,439	483,543	193,024	8,596	22,505	21,967	84,2
111	295,081	483,032	482,907	483,003	189,856	8,543	22,39	21,842	84,1
112	294,773	482,99	482,884	482,979	190,089	8,559	22,181	21,639	84,4
113	295,065	483,028	482,973	483,051	192,785	8,745	22,292	21,732	83,8
114	294,871	482,989	482,925	482,749	192,989	8,454	22,835	22,294	83,1
115	295,625	483,031	483,102	483,136	192,86	8,712	22,766	22,225	83,1
116	295,263	483,097	483,196	483,268	192,172	8,529	22,781	22,228	84,2

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
117	294,322	482,892	482,789	482,765	192,108	8,659	22,242	21,703	84
118	295,43	482,959	482,975	482,919	191,766	8,677	22,301	21,759	84,1
119	295,515	483,127	483,204	483,179	193,194	8,947	22,49	21,939	84
120	296,965	483,42	483,896	484,143	193,203	8,647	22,795	22,259	83,3
121	289,917	483,015	482,89	482,993	192,145	8,744	22,825	22,298	83,5
122	290,278	482,999	483,117	483,084	195,043	8,555	22,774	22,242	83,1
123	289,925	483,947	483,886	483,909	188,159	8,564	21,913	21,379	83,6
124	290,521	484,145	484,313	484,497	188,027	8,633	21,844	21,314	83,8
125	288,089	483,448	482,812	482,5	189,745	8,442	21,75	21,215	83,7
126	290,041	483,881	483,91	483,93	191,19	8,477	21,807	21,26	84,3
127	290,54	484,093	484,124	484,205	190,847	8,636	22,145	21,609	83,8
128	289,08	484,539	484,94	484,51	190,473	8,66	22,061	21,531	83,8
129	292,617	484,858	485,923	486,215	193,13	8,651	22,238	21,689	83,7
130	289,779	483,928	483,695	483,668	191,804	8,691	22,241	21,697	83,5
131	290,152	484,072	484,065	484,112	189,913	8,607	22,183	21,629	83,5
132	290,046	484,996	485,077	484,992	189,235	8,577	21,777	21,222	83,6
133	290,202	485,069	485,064	485,101	190,042	8,876	21,808	21,253	84
134	290,354	484,961	485,088	485,069	189,464	8,733	21,84	21,285	83,8
135	289,733	485,03	485,003	485,181	190	8,749	22,287	21,743	83,8
136	290,106	485,071	485,109	485,042	190,756	8,623	21,752	21,195	84,2
137	289,141	484,713	484,321	484,517	187,405	8,506	21,788	21,24	84,4
138	290,186	484,97	484,91	484,869	190,602	8,599	21,749	21,191	84
139	288,705	485,235	485,233	484,649	191,438	8,597	21,731	21,166	83,8
140	290,034	484,991	484,928	485,065	188,556	8,539	21,807	21,244	84,2
141	289,951	485,007	485,161	485,085	189,29	8,857	21,859	21,305	84,6

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
142	289,948	484,947	484,89 2	484,93 7	189,29 7	8,702	21,78	21,2	84,4
143	289,551	482,917	482,63 7	482,65 7	187,48 2	8,491	21,899	21,384	84,4
144	289,958	481,908	481,75 4	481,85 2	188,67	8,782	22,078	21,592	85
145	294,557	483,204	485,94 5	484,63 8	192,94 2	8,946	22,258	21,768	83,5
146	289,449	481,73	481,81 3	481,83 6	191,64 4	8,566	22,082	21,592	83,7
147	290,871	482,133	482,60 2	482,78 4	191,33 6	8,622	22,088	21,602	83,3
148	290,36	482,19	482,16 4	484,75 7	187,09 3	8,42	21,988	21,489	84
149	289,994	481,838	481,68	482,73 5	187,47 7	8,446	22,019	21,533	83,8
150	289,856	482,071	482,23	482,20 2	189,66 6	8,655	22,019	21,532	84,1
151	290,822	482,101	482,15 2	482,16 4	191,59 9	8,644	22,019	21,522	84
152	289,837	481,92	481,89 1	481,97 4	191,23	8,633	22,031	21,539	83,8
153	289,965	482,007	481,99 5	481,97 6	189,97 3	8,557	22,028	21,535	84
154	289,746	481,986	481,99 5	481,92 6	188,57 3	8,672	21,989	21,496	84,2
155	289,884	481,904	481,75	481,80 9	189,63 7	8,674	21,983	21,491	84,3
156	289,968	481,841	481,89 8	481,88 9	189,96 9	8,436	22,007	21,514	84
157	290,529	482,085	482,19 8	482,3	188,90 9	8,415	21,958	21,457	84,4
158	289,731	482,081	482,26 6	482,16 5	188,84 6	8,46	21,961	21,46	84,4
159	289,993	482,149	482,09 7	482,30 1	190,68 1	8,547	21,952	21,451	84,4
160	291,098	482,433	482,53 3	482,74 4	190,13 2	8,559	21,973	21,466	84,3
161	289,006	481,322	480,75 5	480,84 1	192,25 9	8,533	21,903	21,399	84
162	289,904	481,91	481,82	481,87 5	190,28 9	8,419	21,908	21,404	84
163	288,358	481,223	480,72 5	480,94 5	190,94 2	8,412	21,933	21,429	84
164	287,457	479,13	478,69 5	480,65 5	184,29 4	8,368	22,465	22,043	83,6
165	290,167	481,005	480,98 5	481,35 9	179,83 8	8,755	22,604	22,15	83,5
166	290,04	482,061	482,12	482,86	178,36	8,837	22,386	21,937	84,1

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			1		1				
167	290,35	482,055	482,075	483,048	179,151	8,944	22,38	21,922	84,3
168	289,958	482,082	482,027	482,28	179,815	9,192	22,383	21,915	83,5
169	289,644	481,898	481,747	481,807	184,583	8,922	22,413	21,956	83,4
170	290,177	482,029	482,09	482,183	183,295	8,748	22,387	21,929	83,6
171	289,816	483,893	483,746	483,778	181,18	8,793	22,347	21,884	84,4
172	289,919	484,019	483,98	484,035	183,742	8,786	22,353	21,89	84,5
173	290,512	484,114	484,189	484,105	181,082	8,791	22,347	21,881	85,4
174	289,921	484,018	484,054	484,055	183,453	8,891	22,339	21,868	84,6
175	290,018	484,015	483,998	483,997	181,886	8,607	22,353	21,896	84,5
176	288,643	483,064	482,479	482,791	182,38	8,638	22,327	21,862	84,4
177	288,621	483,512	482,872	483,024	181,397	8,578	22,298	21,827	85,3
178	291,204	485,663	485,978	486,048	182,46	8,672	22,203	21,689	85,1
179	290,868	485,94	486,399	485,821	185,353	8,786	22,231	21,722	85,1
180	289,609	485,09	484,864	485,034	183,899	8,72	22,23	21,71	85,4
181	289,478	484,855	484,973	484,976	185,097	8,849	22,207	21,684	84,4
182	290,081	485,023	485,042	484,97	185,154	8,805	22,167	21,64	84,3
183	286,374	483,197	481,109	481,457	183,526	8,65	22,06	21,524	84,2
184	290,074	485,043	485,178	485,169	184,069	8,677	22,138	21,602	83,8
185	290,548	486,184	486,467	486,366	184,624	8,726	22,134	21,601	84,2
186	289,09	485,113	484,333	484,678	183,204	8,522	22,144	21,607	84,6
187	290,017	485,993	486,02	485,904	184,585	8,236	22,096	21,555	84,4
188	289,854	485,942	485,971	485,926	183,798	8,395	22,122	21,58	84,6
189	289,643	485,875	485,555	485,746	184,985	8,363	22,115	21,567	84,8
190	289,916	485,926	485,865	485,848	184,763	8,157	22,06	21,507	85

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
191	289,788	486,008	485,989	485,974	184,376	8,486	22,085	21,521	85,2
192	289,836	485,877	485,654	485,722	184,556	8,521	22,074	21,51	85,2
193	290,882	486,351	486,783	486,791	183,879	8,789	22,108	21,535	85,2
194	288,349	485,452	485,068	484,978	183,586	8,624	22,052	21,476	85
195	289,518	485,431	484,851	485,288	183,837	8,773	22,089	21,512	84,8
196	290,281	486,185	486,419	486,317	184,562	8,927	22,05	21,454	85,2
197	290,021	486,212	486,411	486,362	183,759	8,58	22,079	21,486	84,8
198	290,093	486,111	486,112	486,164	183,937	8,639	22,056	21,466	85,3
199	290,195	486,073	486,008	486,076	186,222	8,694	22,058	21,475	86
200	289,186	485,698	485,316	485,535	184,305	8,724	22,039	21,439	85,6
201	290,062	485,936	485,931	485,924	184,128	8,715	22,036	21,441	85,2
202	289,712	485,793	485,53	485,802	183,824	8,708	22,024	21,424	85,4
203	289,694	485,962	485,726	485,851	184,283	8,8	22,052	21,454	85,4
204	292,24	486,976	487,691	487,503	183,649	8,754	22,126	21,526	85,2
205	289,53	485,914	485,694	485,611	183,959	8,739	22,064	21,474	85,3
206	290,082	486,023	486,086	485,59	185,005	8,819	22,037	21,43	84,8
207	290,91	486,643	487,337	487,198	185,908	8,763	22,104	21,499	84,6
208	286,435	483,983	482,052	482,682	187,239	8,503	22,027	21,424	84,5
209	292,893	487,175	488,765	488,852	187,248	8,854	22,14	21,516	84,6
210	290,704	486,571	487,131	487,001	188,833	8,938	22,068	21,455	84,4
211	291,077	486,845	487,285	487,358	186,307	8,958	22,22	21,598	84
212	289,536	479,741	479,587	479,545	189,196	8,811	22,403	21,906	84,3
213	290,16	479,841	479,974	480,125	187,426	8,762	22,404	21,909	84,4
214	289,796	479,903	479,801	479,816	185,909	8,836	22,393	21,898	84,1
215	290,228	481,997	482,12	481,97	182,88	8,965	22,203	21,639	84,1

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			5	6	5				
216	293,421	483,126	484,577	484,925	181,948	8,839	22,26	21,698	83,6
217	289,679	481,708	481,566	481,589	181,023	8,786	22,197	21,638	84,2
218	290,923	482,016	482,267	482,691	183,22	8,947	22,179	21,61	83,8
219	287,622	480,617	479,671	479,38	180,595	8,776	22,154	21,583	83,8
220	290,447	484,994	484,982	482,608	182,902	8,826	21,971	21,343	82,2
221	290,409	485,152	484,842	484,908	186,256	8,743	22,004	21,369	83,4
222	293,061	486,426	487,379	486,99	187,963	8,747	22,029	21,396	83,8
223	290,583	485,03	485,002	485,183	186,251	8,551	22,004	21,376	84
224	290,851	485,566	486,052	485,945	185,608	8,651	22,086	21,459	84,3
225	289,753	485,805	485,775	485,918	189,461	9,049	22,474	21,822	84,1
226	290,363	485,877	485,764	485,881	189,541	8,948	22,494	21,826	83,1
227	288,575	487,115	486,671	486,686	190,408	8,258	21,896	21,195	84,1
228	289,986	487,878	487,859	487,975	188,823	8,185	21,811	21,076	83
229	290,111	488,94	489,029	488,875	188,794	8,591	21,862	21,125	84,4
230	290,19	489,412	491,398	488,312	189,465	9,379	21,663	20,914	82,8
231	292,697	491,601	492,097	492,901	189,819	9,064	22,257	21,486	81,7
232	290,948	491,232	491,338	491,489	189,05	8,894	21,843	21,097	83,5
233	289,899	490,99	491,037	491,063	187,776	8,455	21,778	21,023	84,2
234	290,038	491,023	490,967	491,038	187,936	8,682	21,816	21,059	84,4
235	288,31	491,358	491,323	490,634	186,929	8,555	21,613	20,851	84
236	290,386	491,16	491,409	491,191	185,006	8,849	21,795	21,024	83,7
237	294,938	490,909	490,804	490,776	184,999	8,75	21,804	21,03	83,2
238	296,643	491,276	492,007	492,029	187,479	8,74	22,104	21,318	82,4
239	295,724	492,222	492,282	492,415	186,728	8,484	21,858	21,068	84

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
240	294,753	490,895	490,994	490,839	186,327	8,499	21,84	21,091	84,2
241	294,632	491,126	491,704	491,212	187,649	8,761	21,892	21,136	83,9
242	293,426	490,843	490,598	490,236	194,174	8,764	21,782	21,023	83,4
243	294,65	490,955	490,905	490,747	196,467	8,663	21,618	20,865	83,2
244	294,956	490,965	490,947	490,965	191,86	8,717	21,572	20,813	83
245	295,995	491,455	491,514	491,946	193,26	8,483	21,513	20,729	84,2
246	294,925	490,997	491,099	490,815	191,616	8,558	21,406	20,657	84,4
247	294,962	491,065	491,017	490,874	192,221	8,643	21,378	20,616	83,5
248	295,415	491,081	491,179	491,228	193,671	8,53	21,812	21,046	84,5
249	293,652	491,686	491,407	491,333	193,59	8,58	21,829	21,062	84
250	295,619	492,247	492,311	492,476	194,044	8,911	21,84	21,06	83,4
251	295,574	492,032	491,85	492,125	192,696	8,407	21,787	21,007	84,1
252	295,148	492,091	492,165	492,171	193,963	8,712	21,807	21,029	85,2
253	296,202	492,347	492,451	492,422	200,403	8,845	21,821	21,03	84,2
254	295,277	492,076	491,943	492,032	195,371	8,999	21,794	21,003	83,6
255	295,436	492,008	492,265	492,396	193,055	8,845	21,866	21,076	83,6
256	293,302	490,626	489,774	489,74	197,507	8,907	21,63	20,829	84
257	295,924	492,371	491,904	492,693	197,218	8,862	21,83	21,026	83,4
258	295,052	491,937	491,822	492,047	194,278	8,36	21,763	20,951	85,2
259	294,975	490,877	490,772	490,844	194,22	8,445	21,727	20,901	85,6
260	294,866	490,971	490,979	490,914	195,574	9,026	21,77	20,953	85,7
261	294,79	490,967	491,027	490,822	194,127	8,927	21,787	20,98	84,7
262	295,462	492,056	492,01	492,086	194,201	8,711	21,768	20,96	85
263	295,103	491,878	491,979	491,926	193,806	8,733	21,758	20,938	84,3
264	295,014	491,959	491,95	492,02	193,10	8,714	21,747	20,924	84,5

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			8	5	8				
265	295,016	491,959	491,996	492,028	189,926	8,652	21,75	20,927	85,7
266	295,008	492	492,092	492,094	189,999	8,611	21,729	20,898	84,6
267	295,087	492,042	491,914	492,138	190,091	8,684	22,223	21,401	85
268	294,896	491,884	491,817	491,79	190,003	8,673	22,479	21,654	85,5
269	295,003	491,947	491,958	491,887	190,093	8,738	22,589	21,756	85,8
270	295,101	492,099	492,1	492,016	190,193	8,722	22,459	21,64	85,6
271	295,226	491,946	492,091	492,076	189,999	8,831	21,701	20,869	85,3
272	295,392	492,052	492,045	492,117	190,127	8,851	21,688	20,849	85,5
273	291,841	491,423	490,987	490,634	189,515	8,825	21,707	20,875	85,2
274	294,902	491,852	491,764	491,818	191,689	8,763	21,716	20,879	84,8
275	295,181	492,1	492,089	492,074	192,106	8,816	21,689	20,844	84
276	294,87	491,932	491,935	491,968	193,013	8,611	21,718	20,888	84,3
277	295,109	491,983	492,077	491,998	192,93	8,606	21,696	20,85	84,2
278	294,883	491,962	491,987	491,872	190,873	8,861	21,703	20,851	85,2
279	295,087	492,008	492,076	492,071	191,048	9,058	21,742	20,907	85,4
280	295,026	492,001	491,995	491,915	191,014	8,995	21,714	20,875	85,6
281	295,026	492,002	492,023	491,846	190,975	9,036	21,714	20,868	85,7
282	294,872	491,958	491,984	491,525	189,103	8,859	21,749	20,916	85,7
283	294,765	491,903	491,801	491,501	188,827	9,06	21,746	20,915	85,8
284	293,976	491,885	491,633	491,73	188,558	8,836	21,744	20,903	85,2
285	295,023	491,94	492,035	492,012	189,066	8,685	21,728	20,885	85,8
286	295,317	492,04	492,099	492,136	188,97	8,797	21,714	20,869	85,7
287	295,288	492,086	492,132	492,083	188,819	8,995	21,706	20,853	85,2
288	295,073	492,099	491,99	492,014	190,11	8,619	21,725	20,886	85,2

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
289	294,961	491,981	491,881	491,914	190,014	8,647	21,74	20,893	85,4
290	295,183	492,064	492,063	492,174	190,269	8,787	21,72	20,866	85,5
291	294,985	492,031	492,112	492	189,017	8,618	21,728	20,886	85,5
292	295,062	491,942	491,86	491,989	189,014	8,615	21,704	20,853	85,9
293	294,833	491,999	491,924	491,846	188,943	8,819	21,696	20,835	85,3
294	295,042	492,096	492,014	492,044	187,877	8,711	21,706	20,853	84,7
295	294,863	491,966	491,885	491,935	187,9	8,709	21,699	20,841	84,6
296	295,046	491,992	492	492,024	189,951	8,578	21,698	20,833	84,7
297	295,013	491,952	491,98	491,943	189,992	8,564	21,706	20,849	84,5
298	294,875	492,015	491,889	491,844	189,842	8,554	21,684	20,822	84,3
299	294,704	491,926	491,639	491,741	189,886	8,916	21,669	20,798	84
300	295,245	492,023	492,067	492,043	195,12	8,517	21,706	20,848	83,7
301	295,071	491,995	491,992	492,009	194,866	8,564	21,697	20,832	83,7
302	295,235	492,109	492,133	492,167	195,012	8,497	21,66	20,782	83,8
303	295,206	491,994	491,918	491,897	193,063	8,414	21,642	20,771	83,3
304	295,352	492,114	492,069	492,081	193,092	8,464	21,669	20,793	83,8
305	294,857	491,946	491,863	491,644	189,856	8,51	21,691	20,809	84
306	304,952	488,063	487,891	487,882	187,015	8,743	22,188	21,492	83,7
307	305,069	484,01	484,037	483,974	180,866	9,295	20,69	20,053	84,2
308	305,028	479,884	479,711	480,032	182,943	9,022	21,141	20,51	84
309	304,937	479,936	480,022	479,961	181,511	9,418	20,549	19,94	83,7
310	305,094	480,063	480,121	480,051	177,087	9,542	20,456	19,85	83,3
311	304,951	480,05	480,042	480,039	175,975	9,079	21,196	20,567	83,3
312	304,837	479,897	478,931	478,811	176,07	8,872	20,539	19,911	83,5
313	304,537	479,166	478,70	478,86	176,15	8,726	21,208	20,511	83,2

Инструментальная позиция	ТІС1035	ТІС1041	ТІС1043	ТІС1044	ТІС1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			9	4					
314	305,01	482,273	481,971	481,995	176,11	9,128	21,807	20,969	82
315	304,928	484,032	483,841	483,873	175,829	8,971	21,728	20,882	82,5
316	305,399	484,01	484,229	484,172	175,132	8,772	21,707	20,858	82,3
317	299,96	483,979	484	484,042	172,614	9,074	21,678	20,84	82,5
318	299,922	485,994	485,938	486,018	172,796	8,922	21,72	20,896	85,4
319	300,07	485,972	486,18	486,214	173,224	8,982	21,709	20,865	82,6
320	300,319	482,141	482,33	482,305	174,146	9,103	22,023	21,295	83,3
321	300,024	481,979	481,992	481,995	174,636	9,099	21,99	21,258	83,4
322	300,65	482,378	482,51	482,645	175,275	9,039	21,995	21,268	83,3
323	300,194	481,958	481,887	481,87	174,133	8,873	21,994	21,268	83,3
324	299,992	482,002	481,901	481,964	176,388	8,991	22,007	21,264	83,2
325	299,939	481,986	482,001	482,06	175,77	9,095	21,97	21,234	83,3
326	300,14	482,007	482,043	481,89	175,751	8,997	22,01	21,286	83,2
327	300,013	482,008	482,003	481,969	176,132	9,129	21,993	21,255	83,1
328	299,892	481,937	482,048	482,063	175,898	9,038	21,995	21,241	83,2
329	300,155	482,084	482,111	482,435	175,574	8,951	21,937	21,189	82,5
330	299,953	481,938	481,889	482,022	173,829	9,018	22,236	21,503	83,4
331	299,907	481,96	481,974	481,93	173,879	9,043	21,975	21,225	83,9
332	299,958	481,928	481,981	481,974	172,864	8,949	21,989	21,234	83,7
333	300,038	482,016	481,772	481,939	173,791	8,927	22,035	21,305	83,6
334	299,925	482,015	482	481,899	174,032	8,987	21,968	21,225	83,5
335	300,015	481,948	481,777	482,017	172,787	8,916	21,937	21,183	83,3
336	299,937	481,947	482,021	481,928	173,022	8,903	21,93	21,169	82,8
337	299,942	481,938	481,949	482,042	174,124	8,963	21,953	21,209	83,3

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
338	299,915	482,011	482,2	482,089	173,683	8,973	21,954	21,205	83
339	299,977	481,966	481,995	481,922	173,426	8,949	21,954	21,207	83,7
340	299,922	481,877	482,001	482,018	173,296	9,009	21,965	21,208	83,5
341	300,006	481,804	481,835	481,946	173,73	8,968	21,969	21,207	83,1
342	299,786	481,758	481,721	481,796	174,48	9,034	21,961	21,213	83,5
343	299,878	482,011	481,995	481,976	173,906	9,061	21,952	21,204	83,2
344	300,153	481,954	482,089	481,99	172,526	8,951	21,948	21,196	83,3
345	300,104	481,92	481,899	481,979	174,042	9,072	21,912	21,166	83,5
346	300,061	482,017	482,012	481,97	173,316	9,075	21,959	21,208	83,6
347	299,917	481,964	481,879	481,968	173,464	8,995	21,912	21,164	83,4
348	300,004	482,043	482,014	482,014	172,624	9,095	21,904	21,154	83,2
349	299,845	481,873	481,929	481,908	171,123	9,24	21,935	21,176	83
350	300,101	481,005	481,011	481,057	171,413	9,051	21,923	21,177	83,5
351	299,998	481,978	481,952	482,026	172,301	9,142	21,915	21,163	83
352	300,033	482,033	481,106	480,94	171,967	9,348	21,882	21,119	83,3
353	299,876	478,978	478,868	478,964	171,814	9,41	21,951	21,204	83
354	299,944	479,533	479,703	479,826	172,226	9,363	21,96	21,208	83
355	300,043	481,991	481,957	481,997	172,421	9,026	21,931	21,17	82,8
356	299,809	481,971	482,02	481,937	171,655	9,039	21,939	21,188	83
357	300,103	482,019	481,863	481,974	172,19	9,032	21,936	21,182	83,3
358	300,12	481,987	482,032	482,049	171,533	9,138	21,967	21,208	83,3
359	299,98	481,035	481,029	481,081	173,402	9,308	22,381	21,618	83,7
360	300,122	482,008	482,046	482,071	174,421	9,428	22,003	21,244	82,8
361	299,919	481,877	481,959	482,011	173,942	9,128	21,889	21,119	83,7
362	300,02	481,945	481,99	481,96	173,43	9,095	21,918	21,149	83,3

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			6	3	3				
363	300,084	482,019	481,976	482,045	172,497	9,207	21,877	21,095	83,3
364	309,953	479,879	479,845	479,879	175,081	9,183	22,072	21,395	81,3
365	309,875	479,492	479,636	479,718	174,245	8,881	21,982	21,301	82,8
366	310,057	480,014	479,899	480,054	174,777	9,063	22,009	21,317	82,4
367	309,835	480,048	480,024	480,116	174,26	9,674	21,982	21,281	82,6
368	310,435	479,868	479,94	480,101	173,621	9,135	22,783	22,111	82,5
369	299,953	480,086	480,36	479,995	174,029	10,082	21,923	21,213	82
370	300,073	480,01	479,996	479,896	174,108	9,833	21,987	21,285	82,3
371	299,018	479,914	479,507	479,658	173,896	9,411	21,951	21,236	82,4
372	300,106	481,051	480,9	480,91	172,317	9,498	22,015	21,293	83,6
373	300,425	481,342	481,353	481,24	172,879	9,054	22,011	21,303	83,1
374	300,077	481,102	481,102	481,168	183,888	8,448	22,05	21,357	83,6
375	299,924	480,98	481,108	480,859	183,257	8,677	22,637	21,946	83,4
376	300,226	481,083	481,305	481,23	185,934	8,692	22,476	21,79	84,2
377	300,096	481,131	481,004	481,118	196,703	8,678	22,566	21,877	84
378	300,093	481,057	481,012	481,088	189,074	8,986	22,556	21,866	84
379	299,963	481,022	481,033	481,087	188,584	9,097	22,549	21,849	83,2
380	299,826	480,861	480,8	480,736	189,396	8,895	22,57	21,871	83,5
381	300,109	481,119	481,131	481,321	189,648	9,496	22,54	21,83	83,1
382	299,979	480,992	480,893	480,88	189,368	9,42	22,574	21,865	82,3
383	300,039	481,021	481,055	481,078	186,572	9,551	22,52	21,802	82,5
384	299,865	481,97	482,099	481,953	182,076	9,155	22,479	21,762	83,6
385	299,829	481,889	481,914	481,953	182,039	8,926	22,447	21,714	83,3
386	300,195	482,032	482,158	482,087	181,918	9,362	22,449	21,726	84

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
387	299,474	481,342	481,41	481,51 9	182,09 9	8,859	22,495	21,788	83,7
388	299,036	481,614	480,88 9	480,99 7	182,43 5	8,944	22,464	21,751	83,9
389	299,237	481,54	481,26 1	481,18	185,42 6	9,136	22,459	21,731	84,2
390	300,408	482,707	482,42 3	483,03	185,70 6	8,945	22,521	21,795	84,1
391	300,168	482,344	482,36 3	482,49 7	183,77 8	8,972	22,532	21,8	84
392	299,957	481,984	482,02 5	481,91 8	185,19 8	9,788	22,412	21,655	83
393	300,072	482,065	481,99 8	481,92 6	185,50 3	9,707	22,443	21,698	83
394	299,637	481,524	481,56 5	481,52 8	186,37 6	8,455	22,348	21,609	82,8
395	300,44	482,225	482,37 2	482,25 4	185,00 3	8,539	22,397	21,639	84,7
396	300,094	482,073	482,13 6	482,11 3	186,86 7	8,488	22,439	21,696	84,3
397	301,96	483,074	483,54 4	483,80 9	188,77 3	8,74	22,437	21,691	84,7
398	302,484	483,058	484,37 2	482,53 5	188,02 9	8,668	22,649	21,914	85,2
399	302,174	482,51	483,11	483,62 1	194,31 4	9,502	22,413	21,667	85
400	304,903	483,039	483,93 7	484,18 3	195,66 8	8,886	22,456	21,697	83,9
401	299,926	482,023	481,92 4	481,95 1	188,94 6	8,704	22,449	21,704	84,2
402	300,112	482,077	482,04	482,09 3	189,16 4	8,851	22,455	21,71	84,4
403	300,073	481,925	482,09 9	482,08 9	189,38 6	8,666	22,439	21,688	84,6
404	300,028	481,814	481,65 7	481,90 8	189,40 9	8,715	22,421	21,655	84,7
405	299,991	481,963	481,96 4	481,91 4	189,12 4	8,54	22,372	21,601	84,6
406	299,828	481,918	482,00 4	481,90 9	188,99 7	8,63	22,479	21,726	85,7
407	300,755	482,236	482,08 3	482,34 5	188,76 3	8,752	22,385	21,606	84,8
408	299,922	481,865	481,91 1	481,91 6	189,45 1	8,657	22,414	21,638	84,7
409	300,319	482,155	482,29 1	482,21 9	190,56 3	8,723	22,378	21,615	84,5
410	299,761	481,841	481,78 1	481,75 8	190,95 9	8,854	22,414	21,647	83,4
411	300,314	482,091	482,32	482,16	191,53	8,701	22,376	21,588	84,4

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
			7	5	8				
412	297,439	480,968	480,447	480,245	189,673	8,434	22,389	21,626	84,1
413	299,93	482,055	482,179	482,148	191,401	8,546	22,352	21,574	84,1
414	300,025	481,928	481,921	481,875	190,053	8,634	22,379	21,583	84,6
415	299,116	481,683	481,864	481,389	188,69	8,667	22,368	21,57	84,2
416	300,086	482,05	482,12	482,078	188,918	8,706	22,387	21,605	84,5
417	299,82	481,922	481,868	481,83	191,231	8,671	22,336	21,549	85
418	299,792	481,876	481,859	482,039	191,168	8,807	22,34	21,553	84
419	299,966	482,026	482,066	482,102	190,19	8,842	22,357	21,567	84,2
420	300,494	482,068	482,226	482,454	189,491	8,753	22,386	21,598	84
421	299,453	481,678	481,673	481,708	189,662	8,805	22,337	21,534	84,3
422	298,36	480,977	480,76	480,675	186,517	8,525	22,357	21,567	84,4
423	300,003	481,941	481,981	481,961	187,732	8,425	22,352	21,562	84,1
424	299,894	481,816	481,888	481,862	187,594	8,603	22,323	21,515	85,3
425	300,025	481,891	481,756	481,933	184,771	8,853	22,282	21,483	84,6
426	299,45	481,728	481,681	481,666	186,548	8,791	22,304	21,503	84
427	300,038	482,081	482,09	482,112	185,615	8,621	22,352	21,553	84,5
428	300,069	482,062	482,115	481,982	187,798	8,836	22,325	21,516	84,4
429	299,985	481,932	482,074	481,972	187,608	8,705	22,345	21,539	83,6
430	300,281	481,931	482,063	482,064	186,786	8,697	22,333	21,52	83,9
431	300,35	482,071	482,128	482,132	186,499	8,921	22,301	21,482	83,6
432	299,742	481,904	481,865	481,799	186,18	8,688	22,308	21,494	84
433	299,707	481,947	481,788	481,85	187,073	8,592	22,375	21,575	84
434	300,682	482,399	482,582	482,675	187,185	8,364	22,411	21,595	84,4
435	302,896	483,83	485,062	485,033	187,474	9,203	22,37	21,537	84,2

Инструментальная позиция	TIC1035	TIC1041	TIC1043	TIC1044	TIC1080	PI2004	PI2015	PI2016	Октановое число
436	297,819	481,373	481,41	481,158	185,553	9,199	22,366	21,503	83,8
437	298,666	481,557	481,182	480,813	188,345	8,787	22,21	21,365	83,7
438	300,031	481,948	481,945	482,147	187,458	8,764	22,229	21,378	84
439	300,098	481,86	481,833	481,809	187,588	8,799	22,232	21,396	83,9
440	299,697	481,953	481,861	481,92	187	8,616	22,268	21,435	84
441	299,907	482,056	482,065	481,94	186,532	8,681	22,242	21,391	84,4
442	300,023	482,141	482,043	482,188	187,414	8,698	22,262	21,425	84,5
443	299,825	481,844	481,893	481,825	187,673	8,526	22,284	21,446	84,5
444	300,081	481,92	482,077	482,021	186,735	8,63	22,179	21,323	84,6
445	301	482,597	482,908	482,864	185,654	8,606	22,225	21,364	84,8
446	300,297	482,04	481,902	482,023	186,701	8,575	22,251	21,397	85
447	300,003	482,002	481,988	482,036	187,028	8,673	22,279	21,432	85
448	300,024	481,858	482	481,948	185,991	8,974	22,307	21,454	85,2
449	299,091	481,878	481,781	481,798	187,971	8,825	22,267	21,415	85
450	299,923	482,046	481,997	482,031	188,208	8,774	22,264	21,411	85,4

Для проверки адекватности методов моделирования исходная выборка, состоящая из 450 точки случайным образом и в случайном порядке была разделена на обучающую и тестовую в соотношении 9:1. Моделирование происходило на основе алгоритмов и методов, подробно описанных во второй и третьей главе работы. Результаты моделирования для двух случайных наборов тестовых данных приведены ниже (Таблица 18, Таблица 19).

Таблица 18. Результаты моделирования (1ый набор)

№	Номер строки технологического режима	Значение октанового числа из лаборатории	Моделирование октанового числа факторным методом	Моделирование октанового числа методом на основе карт Кохонена
1	288	85,4	84,543	84,869
2	63	84,7	84,255	84,442
3	28	83,5	83,597	83,789
4	241	83,4	83,884	83,711
5	20	84	83,999	83,469
6	133	83,8	84,277	83,924
7	350	83	83,173	83,335
8	203	85,2	84,982	84,875
9	418	84,2	84,017	84,216
10	396	84,7	84,579	84,342
11	269	85,6	84,902	84,961
12	87	83,1	83,493	83,442
13	345	83,6	83,106	83,3
14	392	83	82,853	82,779
15	299	83,7	84,031	83,978
16	263	84,5	84,874	84,689
17	402	84,6	84,288	84,412
18	202	85,4	84,851	84,93
19	84	84,2	84,331	84,247
20	443	84,6	84,832	84,472
21	31	84,2	84,583	84,374
22	140	84,6	84,296	84,161
23	90	85,2	85,025	85,328
24	308	83,7	83,417	83,312
25	201	85,4	84,881	85,111
26	46	84,5	84,74	84,46
27	82	84	84,266	84,094
28	228	84,4	84,692	84,265
29	253	83,6	83,439	83,52
30	131	83,6	84,343	84,296
31	160	84	83,818	84,354
32	147	84	84,189	84,397
33	52	84,6	84,369	84,61
34	283	85,2	84,992	85,289
35	412	84,1	84,377	84,542
36	116	84	84,075	83,871

№	Номер строки технологического режима	Значение октанового числа из лаборатории	Моделирование октанового числа факторным методом	Моделирование октанового числа методом на основе карт Кохонена
37	1	82,7	82,335	82,375
38	62	84,5	84,305	84,562
39	105	83,6	83,769	83,527
40	164	83,5	83,997	84,074
41	324	83,3	83,416	83,363
42	95	84,9	84,514	84,623
43	211	84,3	84,035	84,172
44	447	85,2	85,533	85,398
45	329	83,4	83,651	83,356
Показатели точности моделирования				
Показатель				
Среднее значение ошибки моделирования			0,02	-0,02
Максимальная абсолютная ошибка			0,85	0,69
Дисперсия ошибки моделирования			0,13	0,10
СКО прогнозов от анализов			0,35	0,31
Корреляция анализов и прогнозов			0,87	0,90

Таблица 19. Результаты моделирования (2ой набор)

№	Номер строки технологического режима	Значение октанового числа из лаборатории	Моделирование октанового числа факторным методом	Моделирование октанового числа методом на основе карт Кохонена
1	340	83,1	83,19	83,338
2	408	84,5	84,331	84,537
3	9	83,4	83,477	84,043
4	390	84	84,086	84,362
5	137	84	84,244	83,811
6	435	83,8	83,931	84,052
7	161	84	84,188	84,268
8	85	84,1	83,863	84,018
9	338	83,7	83,276	83,223

№	Номер строки технологического режима	Значение октанового числа из лаборатории	Моделирование октанового числа факторным методом	Моделирование октанового числа методом на основе карт Кохонена
10	279	85,6	84,436	85,051
11	272	85,2	84,625	84,762
12	134	83,8	83,89	83,889
13	242	83,2	83,615	83,525
14	308	83,7	83,357	83,295
15	96	84,5	84,337	83,98
16	120	83,5	83,282	83,079
17	264	85,7	84,96	84,732
18	360	83,7	83,007	83,346
19	384	83,3	83,851	83,2
20	280	85,7	85,069	85,78
21	61	84,5	84,19	84,471
22	235	83,7	84,367	83,963
23	51	84,9	84,206	84,435
24	127	83,8	83,783	83,119
25	288	85,4	84,515	84,846
26	21	84	83,963	83,47
27	23	84,1	83,858	83,89
28	187	84,6	84,513	84,553
29	46	84,5	84,685	84,412
30	63	84,7	84,185	84,428
31	387	83,9	84,383	84,428
32	287	85,2	84,592	84,818
33	301	83,8	84,442	84,264
34	145	83,7	83,786	83,828
35	73	84,8	84,213	84,273
36	440	84,4	84,723	84,223
37	91	85,4	84,574	85,251
38	113	83,1	83,586	83,165
39	283	85,2	84,881	85,285
40	101	84,2	84,221	83,911
41	201	85,4	84,775	85,138
42	398	85	84,284	84,749
43	202	85,4	84,797	84,939
44	399	83,9	84,172	83,921
45	84	84,2	84,28	84,199
Показатели точности моделирования				
Показатель				

№	Номер строки технологического режима	Значение октанового числа из лаборатории	Моделирование октанового числа факторным методом	Моделирование октанового числа методом на основе карт Кохонена
	Среднее значение ошибки моделирования		0,16	-0,13
	Максимальная абсолютная ошибка		1,16	0,96
	Дисперсия ошибки моделирования		0,20	0,12
	СКО прогнозов от анализов		0,45	0,35
	Корреляция анализов и прогнозов		0,80	0,88

Приложение № 4. Акты и грамоты.



DIRECTUM-11529-1368362



Закрытое акционерное общество
«Рязанская нефтеперерабатывающая компания»
 (ЗАО «РНПК»)

Район Южный Промузел, д. 8
 г. Рязань, 390011

Тел. (4912) 92-05-61, 93-32-40,
 93-33-40, факс (4912) 93-30-84
 АТ/телекс 136346 AGAT RU

ИНН 6227007322 КПП 622901001
 ОКВЭД 23.20, 24.11, 24.13
 ОКПО 44905015

04.07 2012 г. № 50-08-4905/12 **ООО «ИндаСофт»**
 ул.Профсоюзная д.65, офис 247
 На № _____ от _____ 201 г. **г.Москва**
119997

Настоящим подтверждается, что «Программный комплекс управления, мониторинга и расчета показателей качества продукции в темпе с технологическим процессом», разработанный Рыловым Михаилом Андреевичем, рекомендован для внедрения на ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания».

Данный программный комплекс может применяться для расчета показателей качества нефтепродуктов на различных установках завода и удовлетворяет функциональным требованиям диспетчерского управления ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания».

Коммерческий директор  **А.С. Дмитриев**
 (по доверенности №122 от 02.03.2012)



Юрьев
 (4912) 93-30-50





DIRECTUM-11529-1368425



Закрытое акционерное общество
«Рязанская нефтеперерабатывающая компания»
 (ЗАО «РНПК»)

Район Южный Промузел, д. 8
 г. Рязань, 390011

Тел. (4912) 92-05-61, 93-32-40,
 93-33-40, факс (4912) 93-30-84
 АТ/телекс 136346 AGAT RU

ИНН 6227007322 КПП 622901001
 ОКВЭД 23.20, 24.11, 24.13
 ОКПО 44905015

04.04 2011 г. № 50-08-4904/12
 На № _____ от _____ 2011 г.

ООО «ИндаСофт»
 ул. Профсоюзная д.65, офис 247
 г. Москва
 119997

Ознакомившись с основными положениями диссертационной работы, выполненной Рыловым Михаилом Андреевичем, подтверждаю, что следующие результаты:

- Способы, позволяющие непрерывно устанавливать и прогнозировать показатели качества продуктов нефтепереработки;
- «Программный комплекс для управления, мониторинга и расчета показателей качества нефтепродуктов в темпе с технологическим процессом» могут применяться в практической деятельности различных нефтеперерабатывающих заводов.

Коммерческий директор
 (по доверенности №122 от 02.03.2012)



А.С. Дмитриев

Юрьев
 (4912) 93-30-50




ИНДАСОФТ

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

ООО "ИндаСофт"
 ул. Профсоюзная, 65, офис 247
 г. Москва, Россия, 117997
 т/ф. : +7(495) 580-70-20
 www.indusoft.ru

Дата: 19.05.2014

АКТ

Использования материалов диссертационной работы Рылова М.А. на тему «Информационная система контроля качества продукции на установке каталитического риформинга бензина»

Настоящим актом подтверждается, что материалы и результаты диссертационной работы «Информационная система контроля качества продукции на установке каталитического риформинга бензина» выполнены сотрудником Рыловым М.А. в рамках проектов ООО «ИндаСофт».

Работа выполнена на актуальную тему, содержит ряд теоретических и практических результатов, которые находят применение в промышленной практике.

Отмечен высокий уровень выполненной работы и ее практическая значимость. Методы и алгоритмы предложенные в работе, используются в ряде проектов ООО «ИндаСофт» на предприятиях заказчиков.

Генеральный директор ООО «Индасофт»



Карасев А.А.

