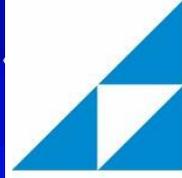


**Юбилейная научно-практическая
конференция «Дорожная карта систем
автоматизации: актуальные запросы и
перспективы развития»**

***ГК «Ракурс»
15 июля 2016 года***



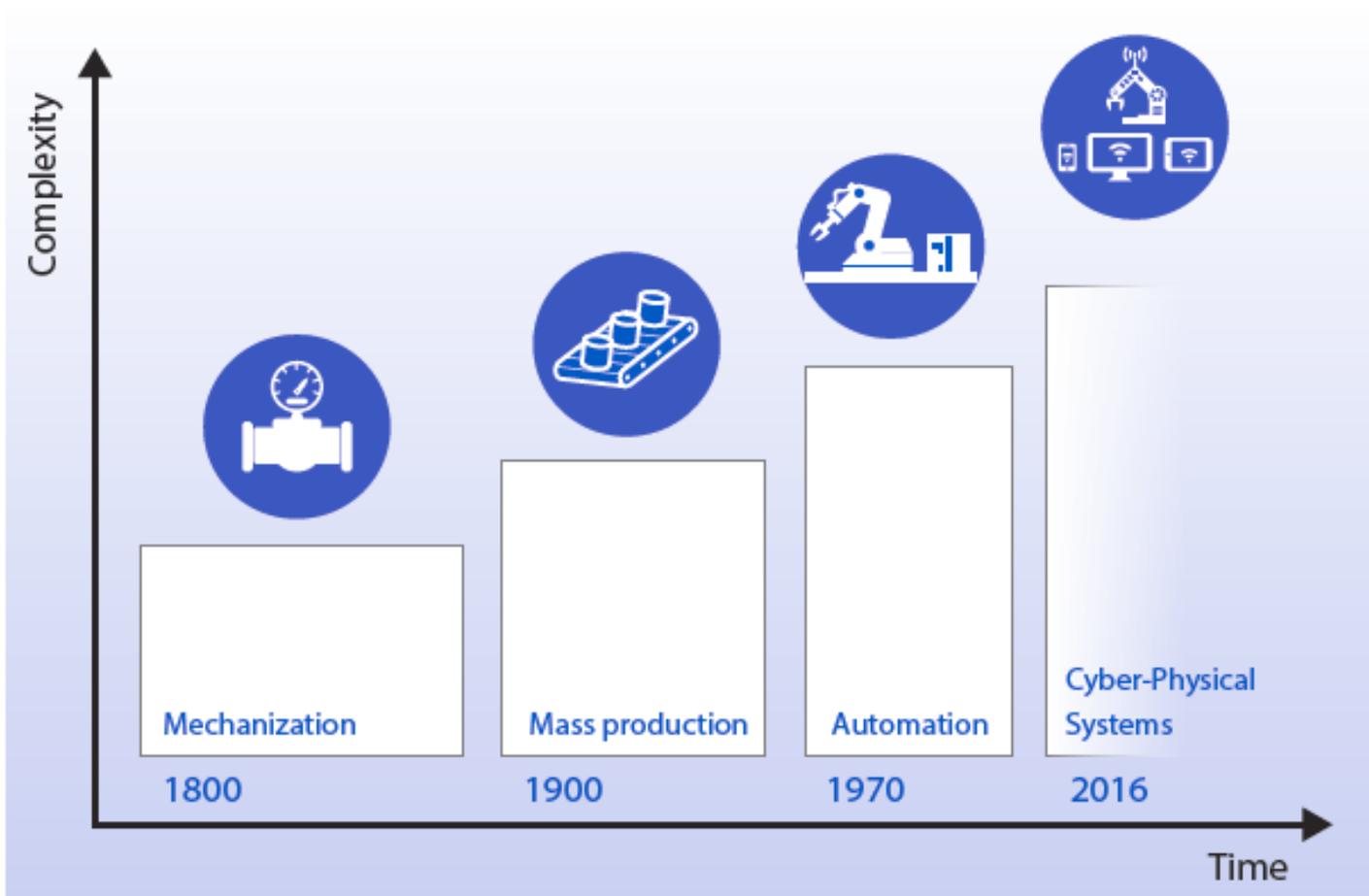
ракурс



**Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы развития»**

Автоматизация
промышленности:
взгляд в будущее
глазами компании
Omron

Александр Мягков
Omron Electronics
General Manager
Emerging Markets EMEA

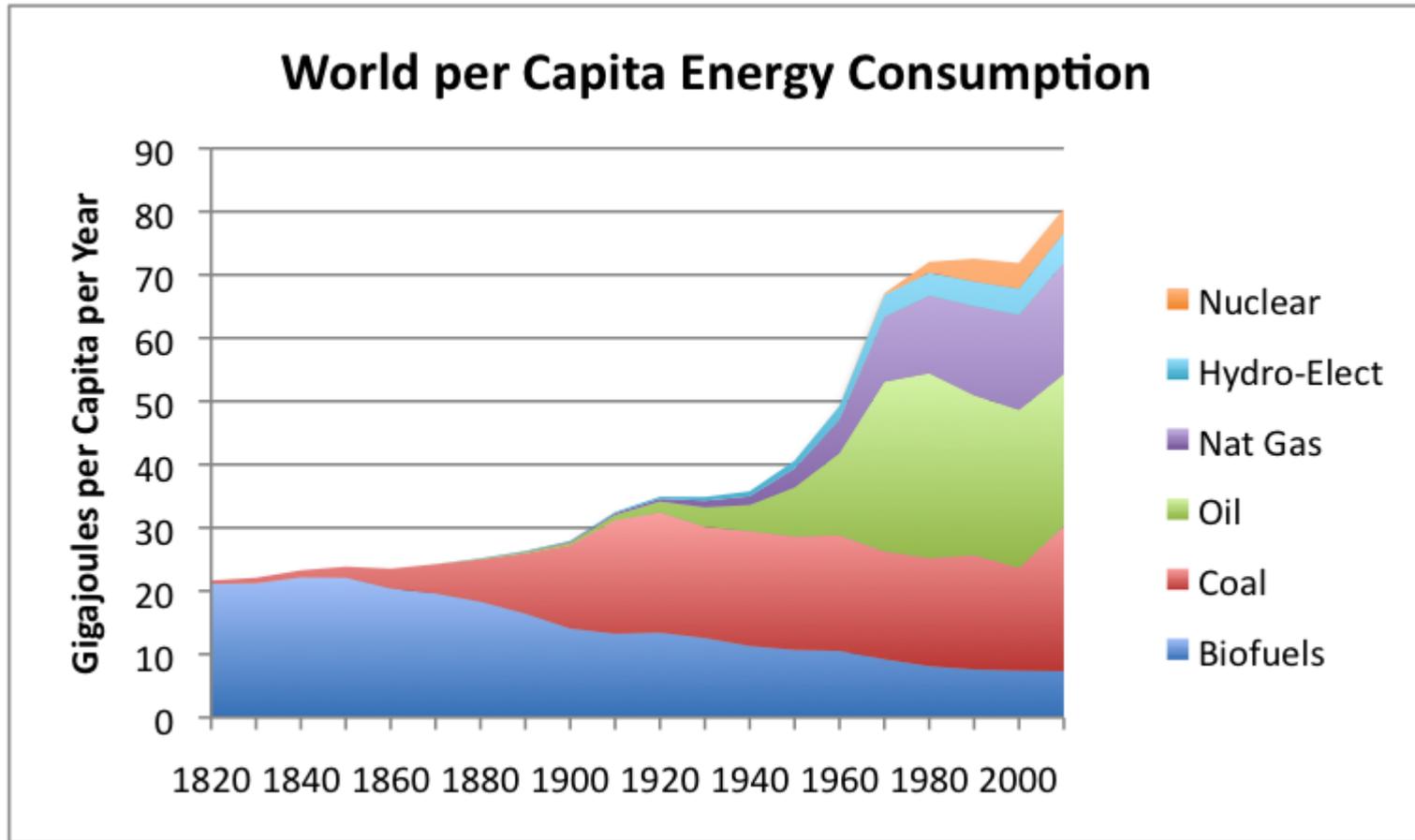


Чего ждать человеку?



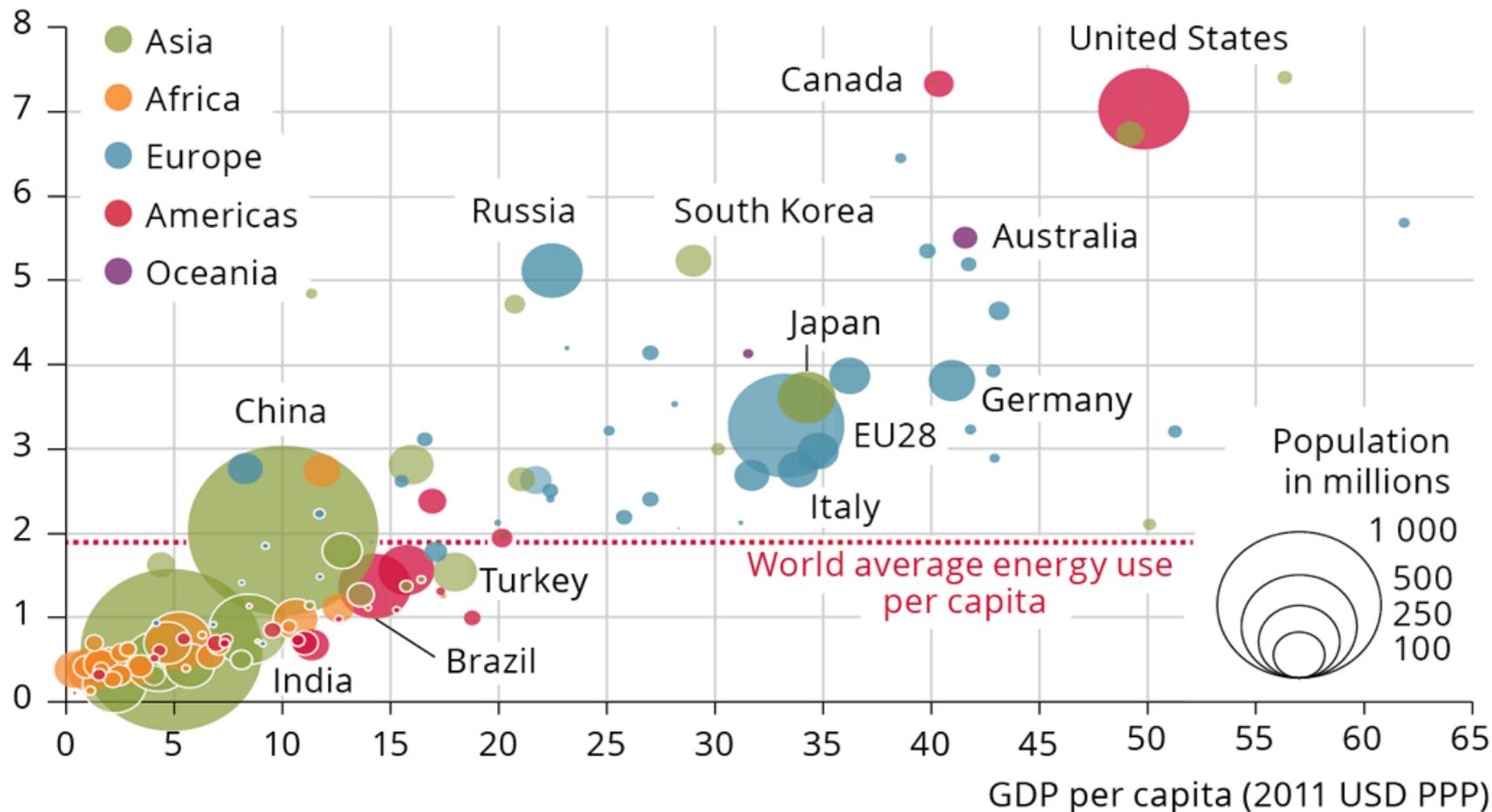
ракурс

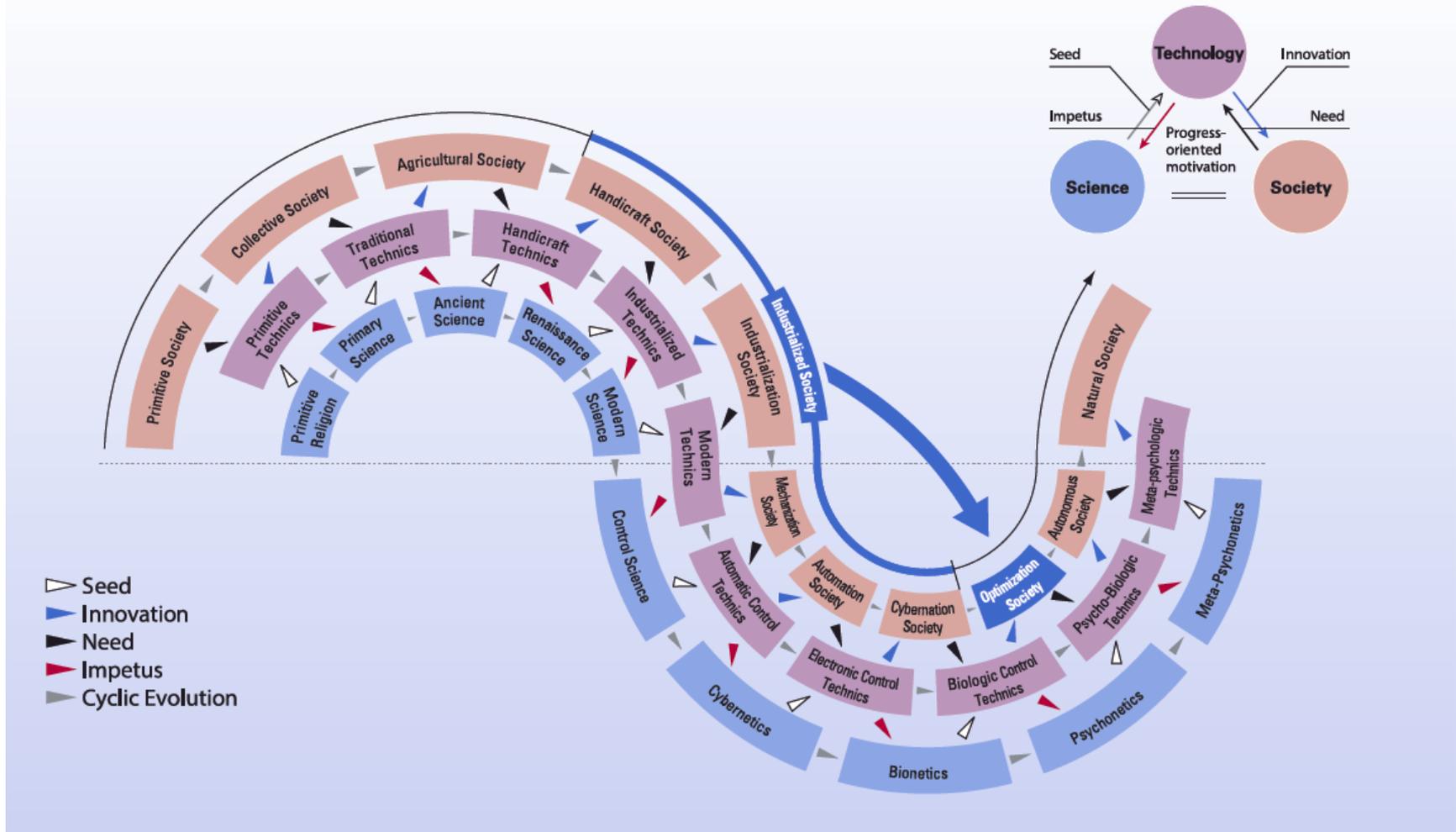






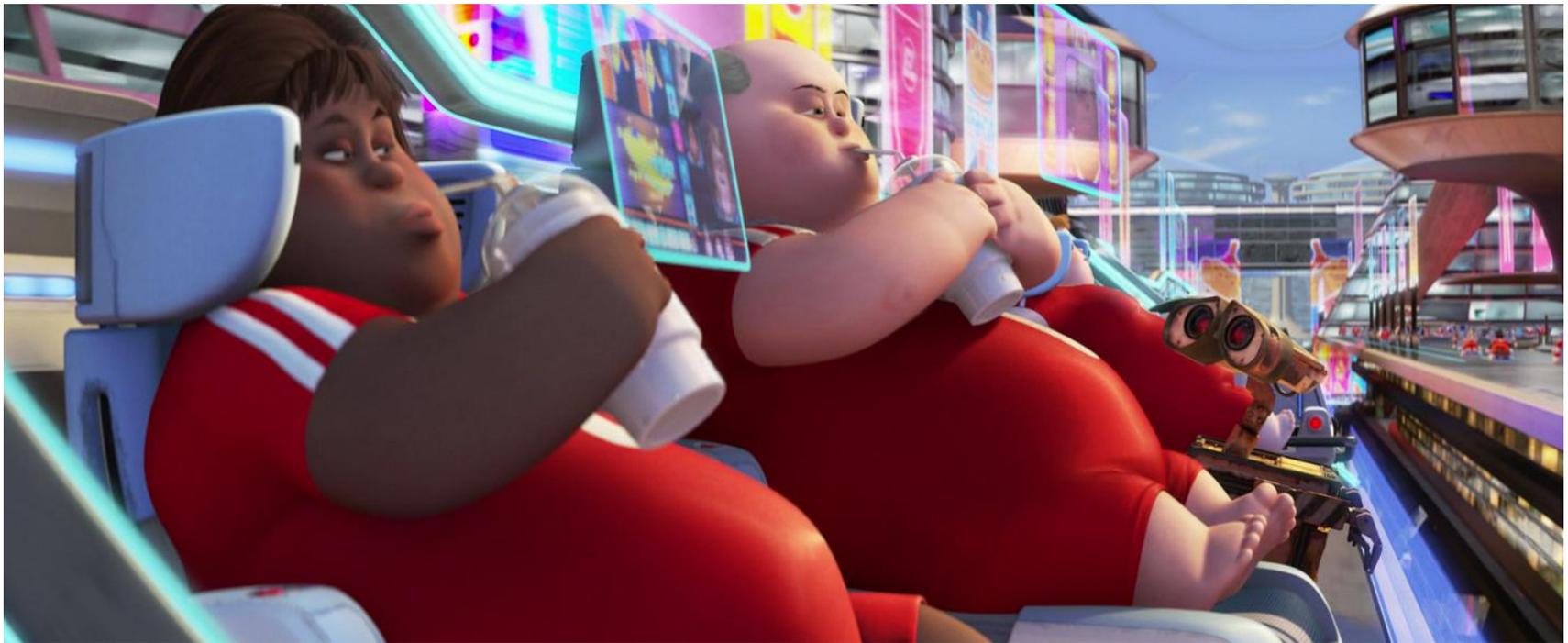
Energy use in tonnes of oil equivalent per capita

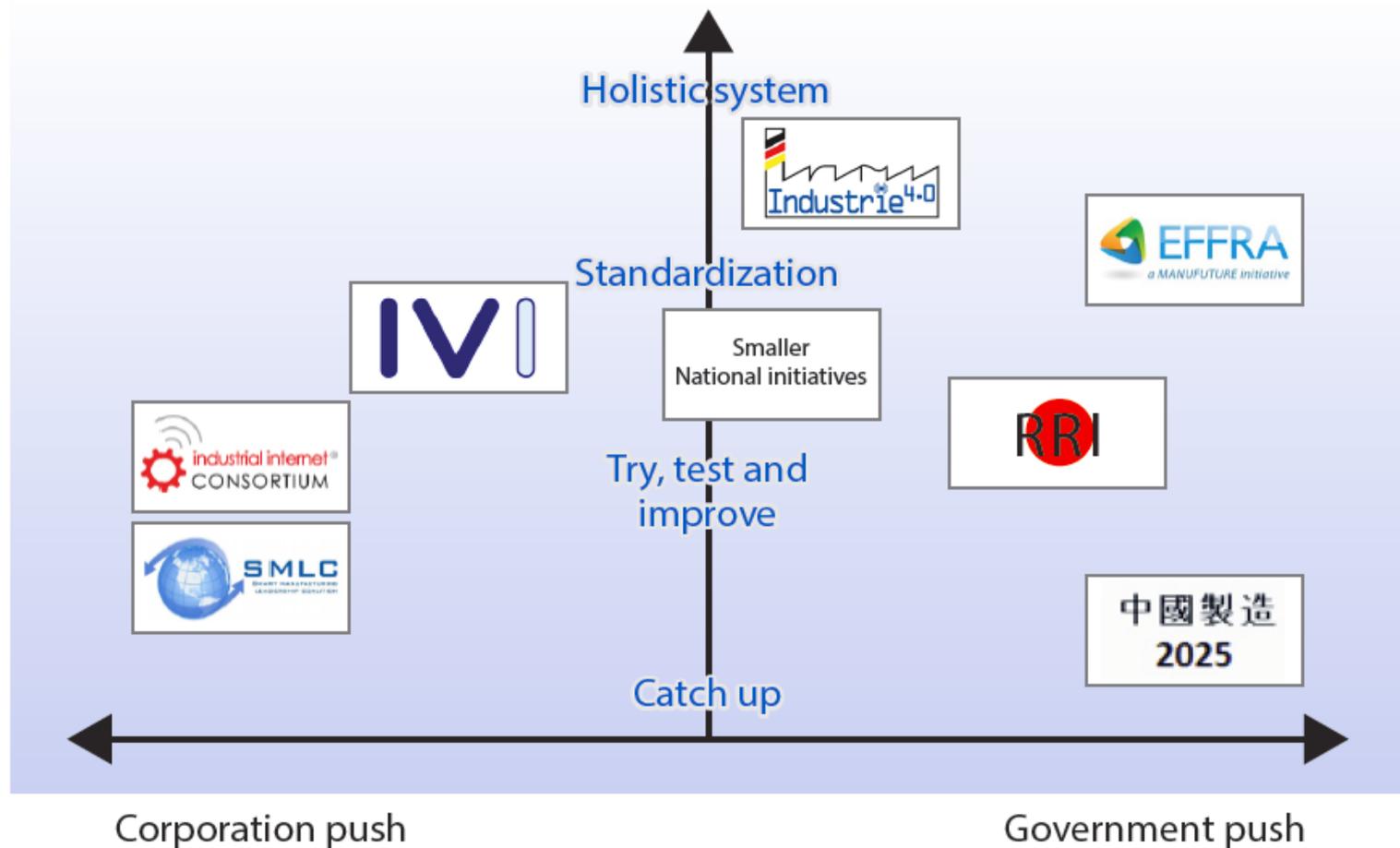






Как оно будет выглядеть?





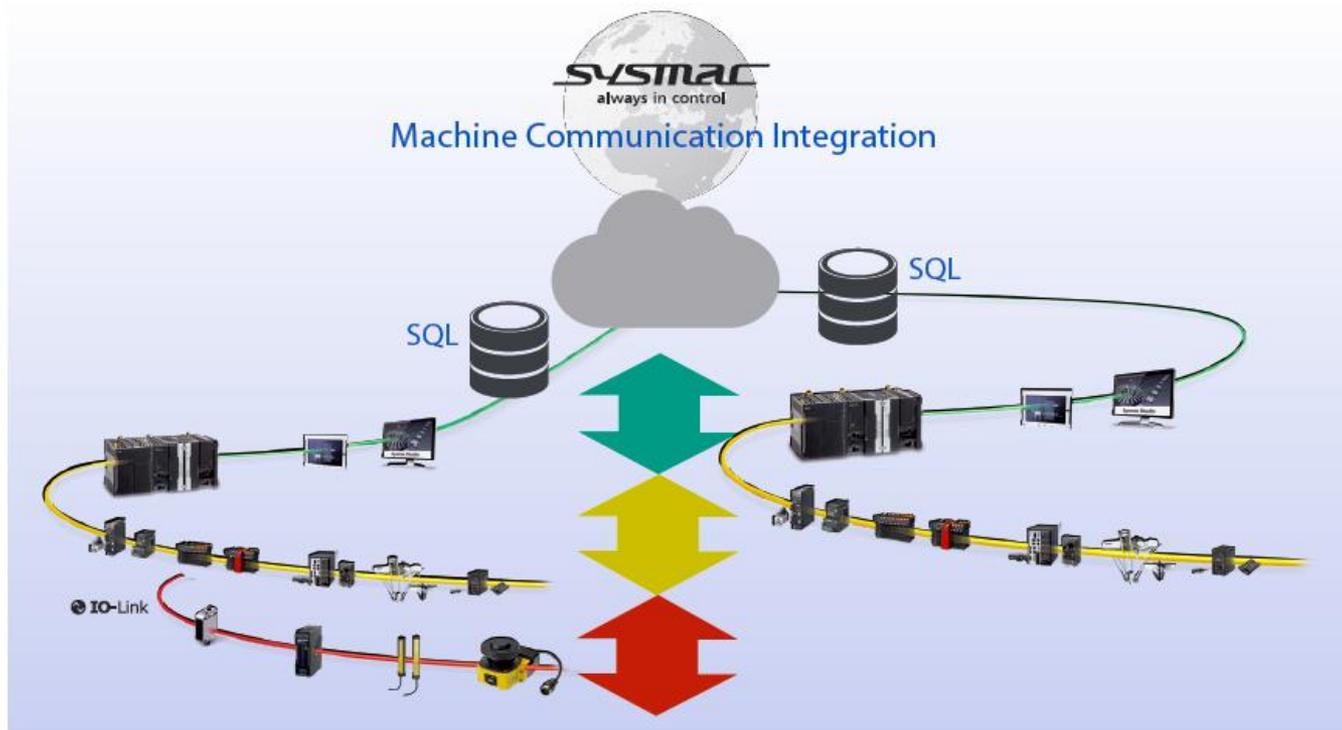


Основные задачи «цифровизации» промышленности:

- Повышение уровня безопасности (защиты оборудования и защиты людей)
- Снижение влияния недостатка квалифицированных специалистов
- Непосредственное взаимодействие между машинами
- Быстрое проектирование и установка, снижение времени простоев
- Оптимизация использования (мониторинг условий, превентивное обслуживание)
- Прослеживаемость и сериализация каждой единицы продукции
- «Массовая кастомизация», быстрая перестройка оборудования

Основные направления работы Omron – i-Automation:

- Integration (Интеграция)
- Intelligence (Интеллект)
- Interaction (Взаимодействие)



 **EtherNet/IP**
MES/ERP
Machine/Machine
Cyber security

 **EtherCAT**
Machine Sequence
Motion
Safety

 **IO-Link**
Sensor/Actor
Configuration
Status/Condition
Maintenance

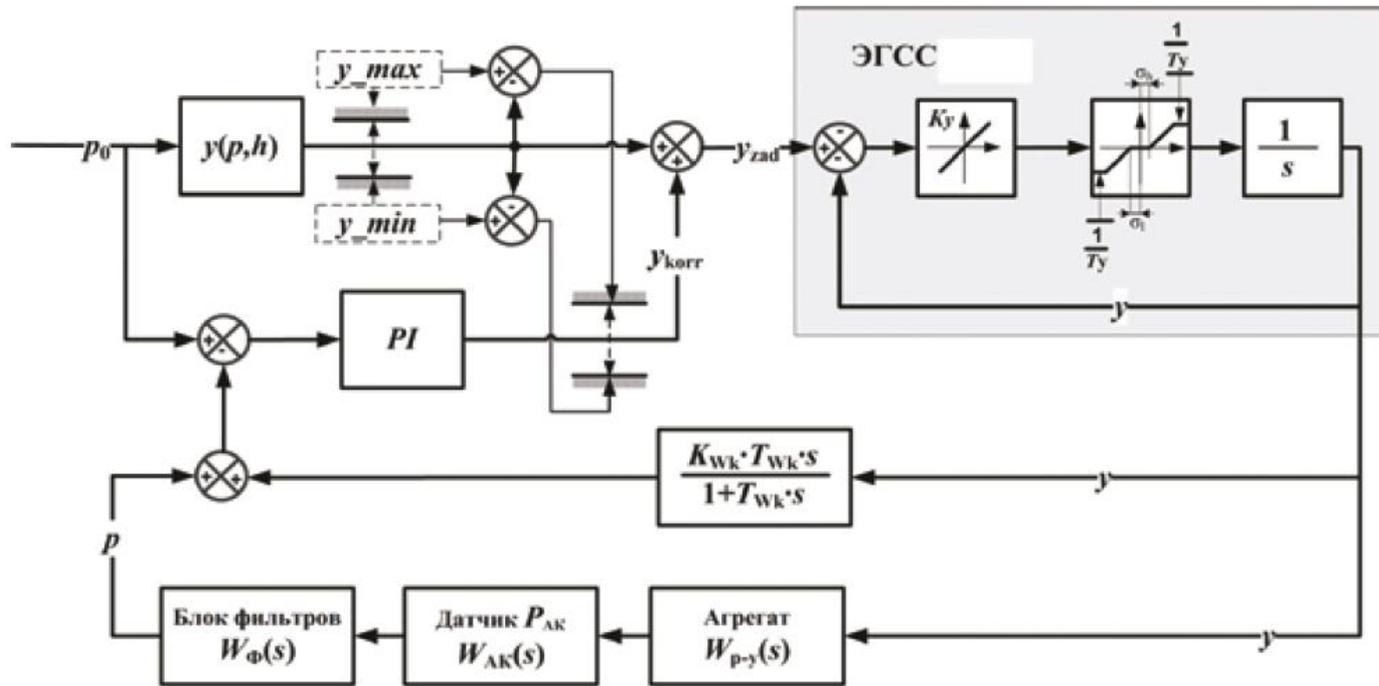
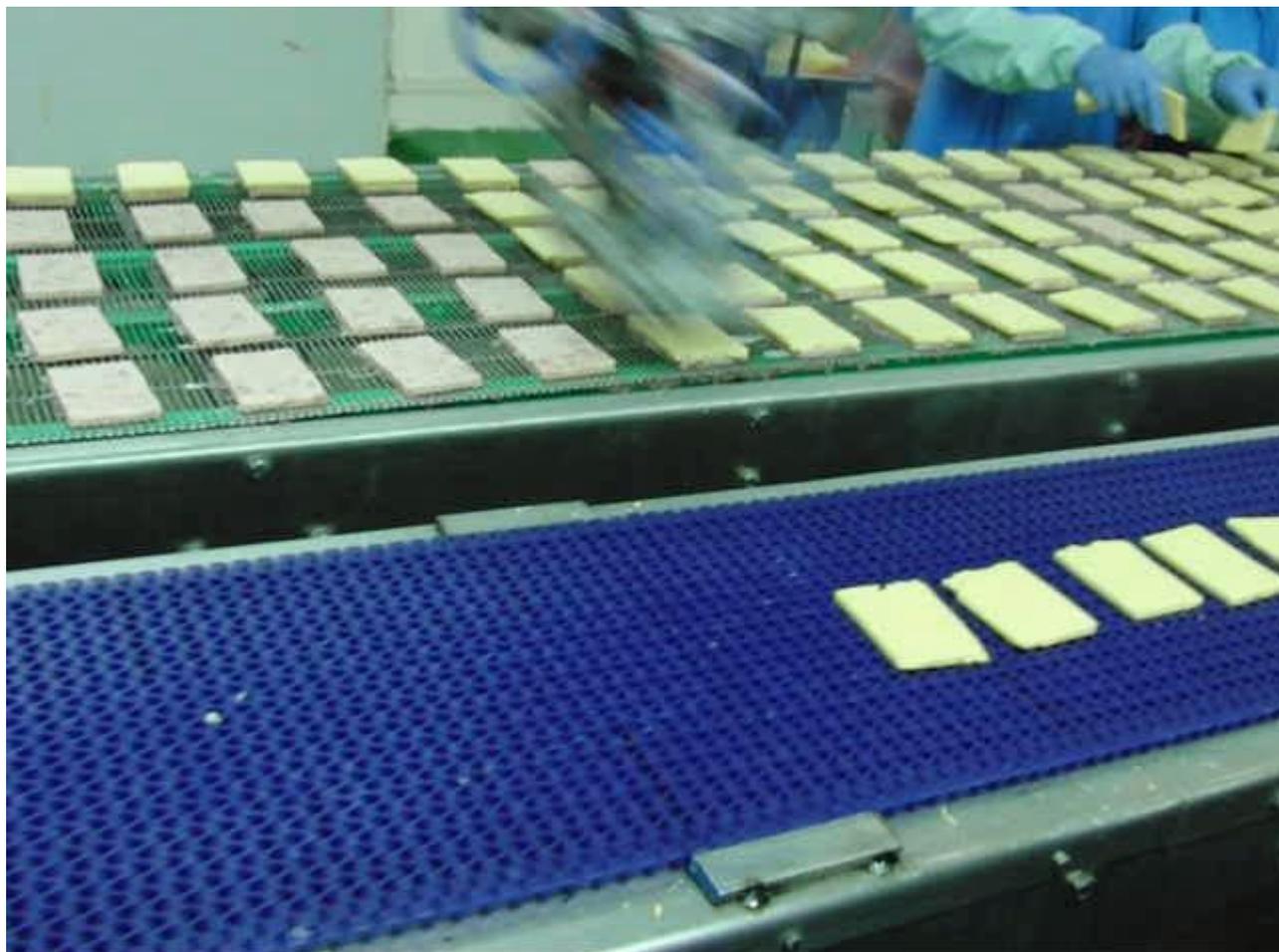


Рис. 19. Контур управления мощностью радиально-осевого агрегата с ПИ/Л-корректором и блоком компенсации вызванной гидравлическим ударом ошибки в сигнале обратной связи по мощности

заданием конечной величины открытия	0,215	4	-0,115	-0,004
-------------------------------------	-------	---	--------	--------

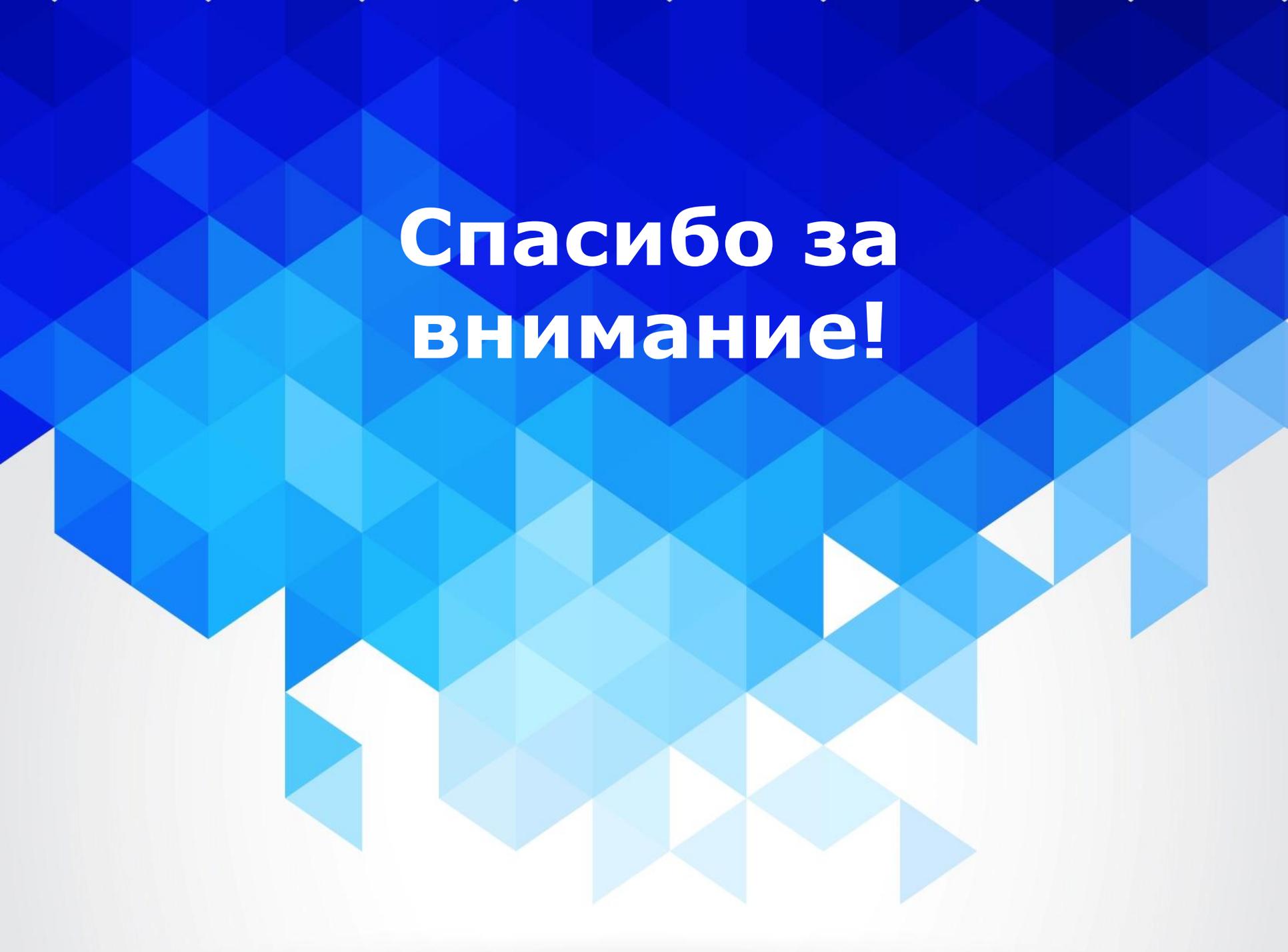


Движение к
«естественному обществу»

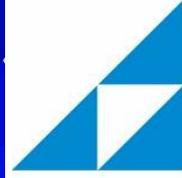


ракурс





**Спасибо за
внимание!**



ракурс



**Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы развития»**

На пути к Индустрии 4.0 –
Цифровое предприятие от
SIEMENS

Михайлин Сергей
Цифровое производство
ООО «Сименс»

15 июля 2016 года

Папа Бенедикт XVI 19.04.05



ракурс



Папа Франциск XVI 13.03.13

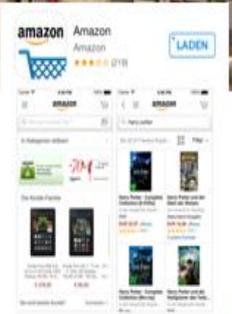


РАКУРС

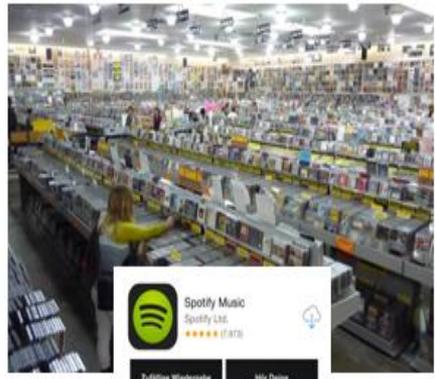
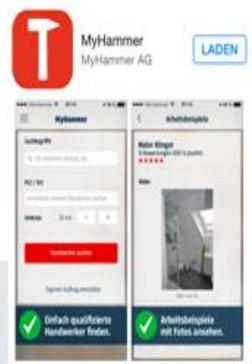
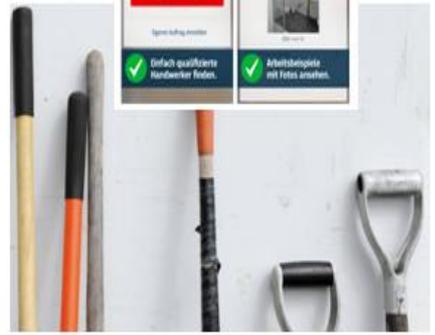




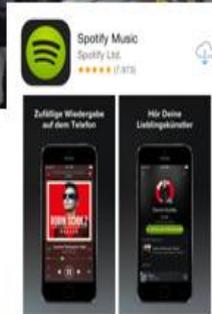
От книжных магазинов к электронным книгам



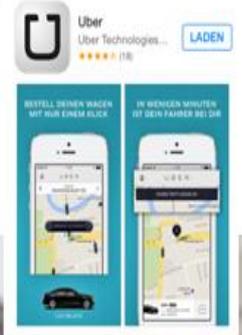
От телефонных справочников к нише на рынке



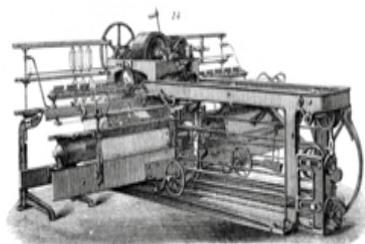
От магазинов аудио- и видеозаписей к потоковой трансляции



От такси к совместному использованию транспорта



Этапы развития промышленности

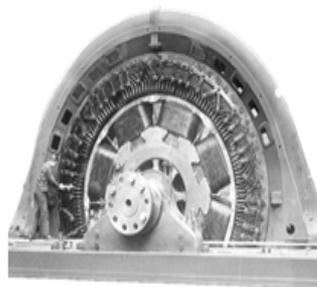


Механический ткацкий станок

Конец 18 века

1. Промышленная революция

Внедрение механического производственного оборудования с использованием воды и энергии пара



Однофазный генератор производства «Сименс»
Конец 19 века

2. Промышленная революция

Введение массового производства, основанного на разделении труда, с использованием электрической энергии



1970

ПЛК SIMATIC S5

3. Промышленная революция

Внедрение электроники и IT для повышения уровня автоматизации

2030

4. Промышленная революция

Внедрение виртуальных производств на базе ПО

На пути к индустрии 4.0



Индустрия 4.0 ...

- Представляет собой новый уровень организации и контроля всей цепочки создания добавленной стоимости на протяжении жизненного цикла продуктов
- Лучше адаптирована к индивидуальным запросам заказчика
- Включает все этапы: от идеи и заказа до разработки и производства, поставки продукта конечному заказчику, включая услуги по утилизации и смежные услуги

Ключевые сферы исследований

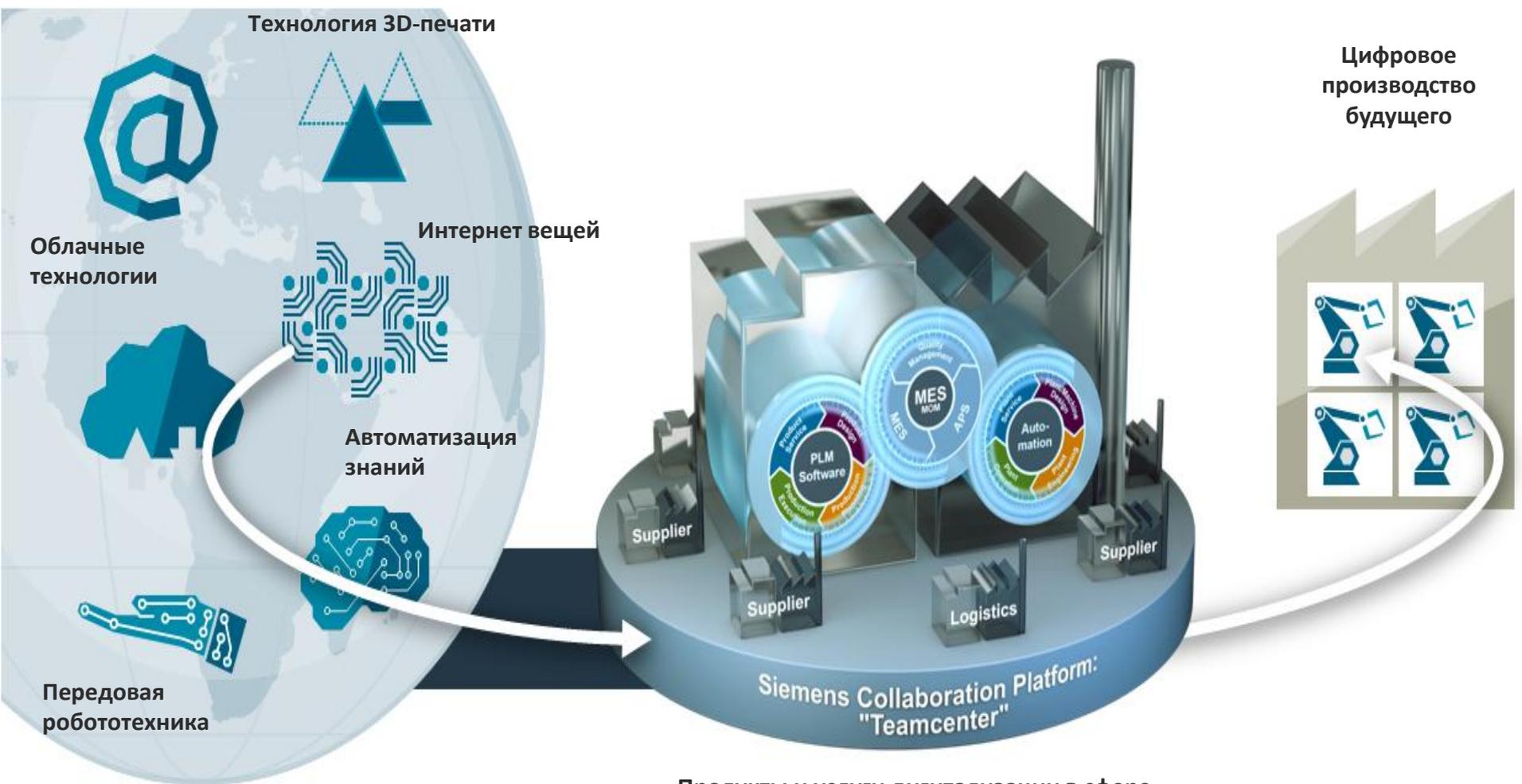
- Горизонтальная интеграция за счет сетей с дополнительными возможностями
- Комплексный инжиниринг на протяжении всей цепочки создания добавленной стоимости
- Вертикальная интеграция и сетевые системы производства

Задача: быстрее от идеи до выпуска



ракурс





Технология 3D-печати

Облачные технологии

Интернет вещей

Автоматизация знаний

Передовая робототехника

Цифровое производство будущего

Siemens Collaboration Platform: "Teamcenter"

Продукты и услуги дигитализации в сфере непрерывного и дискретного производства

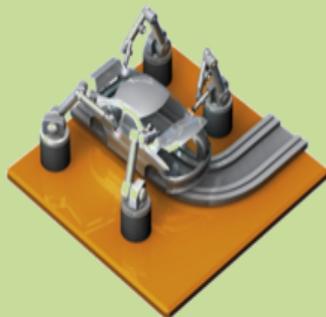


Четыре этапа на пути к созданию цифрового предприятия для организаций малого и среднего бизнеса

- 1 | Комплект ПО для создания цифрового предприятия
- 2 | Промышленные коммуникационные сети
- 3 | Безопасность в автоматизации
- 4 | Отраслевые промышленные услуги



Виртуальная производственная система:



Физическое производственное оборудование

+



Цифровая тень

Содержит всю информацию о...

- механике (CAD)
- электрике (CAE)
- автоматизации, HMI
- безопасности, защите
- техническом обслуживании
- местонахождении, идентичности
- состоянии
- версии ПО
- интерфейсах
- ...

Цифровая тень является всегда актуальной и расширяется в течение всего жизненного цикла.



Проектирование продукта



Производственное планирование



Производственный инжиниринг



Производство



Обслуживание

Сименс начинает с себя...



ракурс

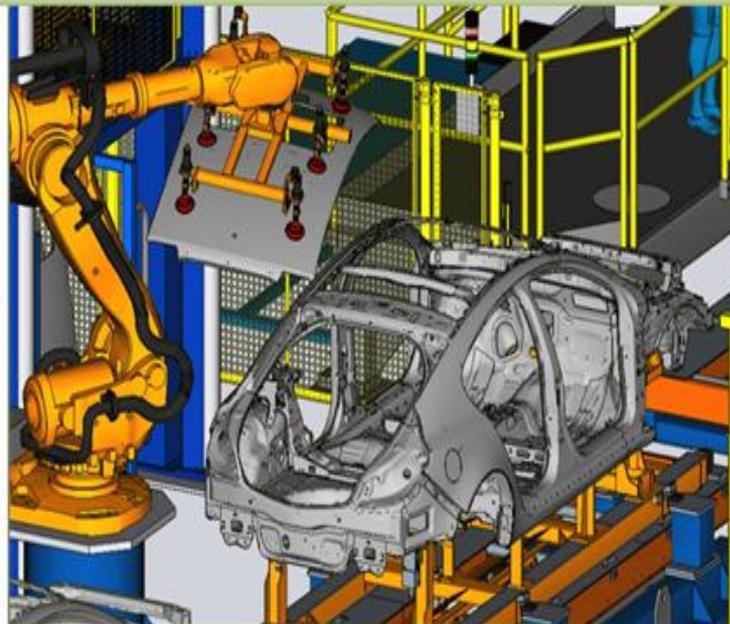


Вчера:



Сегодня:





Проектирование
продукта

Производственное
планирование

Производственный
инжиниринг

Производство

Обслуживание

Управление жизненным
циклом, «Сименс»



Полностью интегрированная автоматика



Проектирование
оборудования

Планирование
процессов

Инжиниринг

Производство

Обслуживание

Планирование
производства



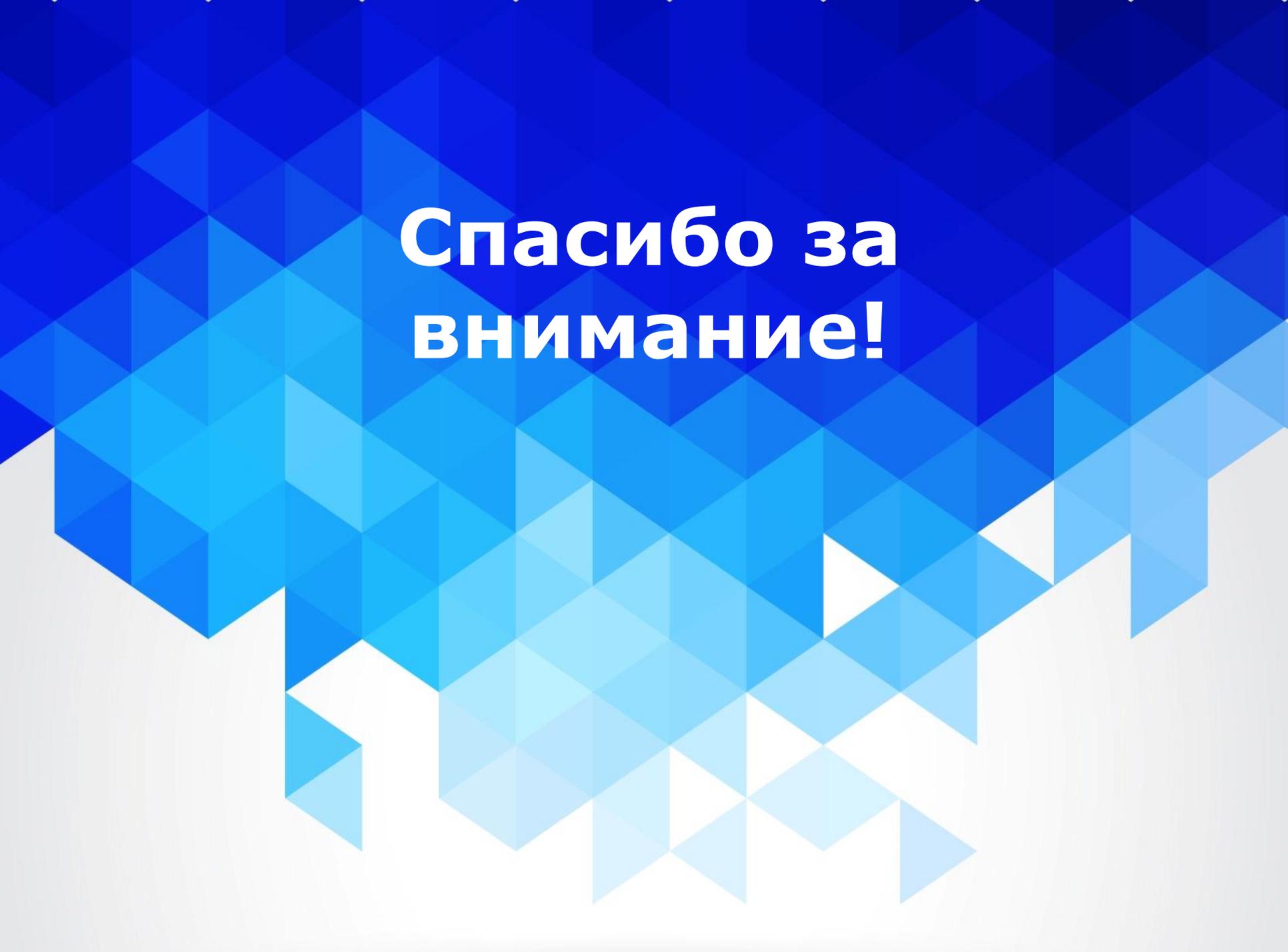
Полностью интегрированная автоматика



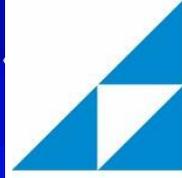
- В творческом плане при проектировании продукта и производства



- На оперативном уровне в качестве креативного планировщика, менеджера и контролера



**Спасибо за
внимание!**



ракурс



Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы
развития»

Ключевые проблемы разработчиков и заказчиков СА и методы их разрешения

Э. Л. Ицкович

Институт проблем
управления им. В. А.
Трапезникова, РАН



1. Приводятся и обобщаются проведенные в последние годы обследования систем автоматизации производства на 26-ти предприятиях разных технологических отраслей: химия, нефтехимия, нефтепереработка, энергетика (ТЭЦ), металлургия, минеральные удобрения и др.
2. Выявляются повсеместно существующие проблемы, без преодоления которых невозможно получить принципиально достижимую по эффективности отдачу от современных систем автоматизации производства разных уровней и назначений.

Иерархия автоматизации на предприятиях

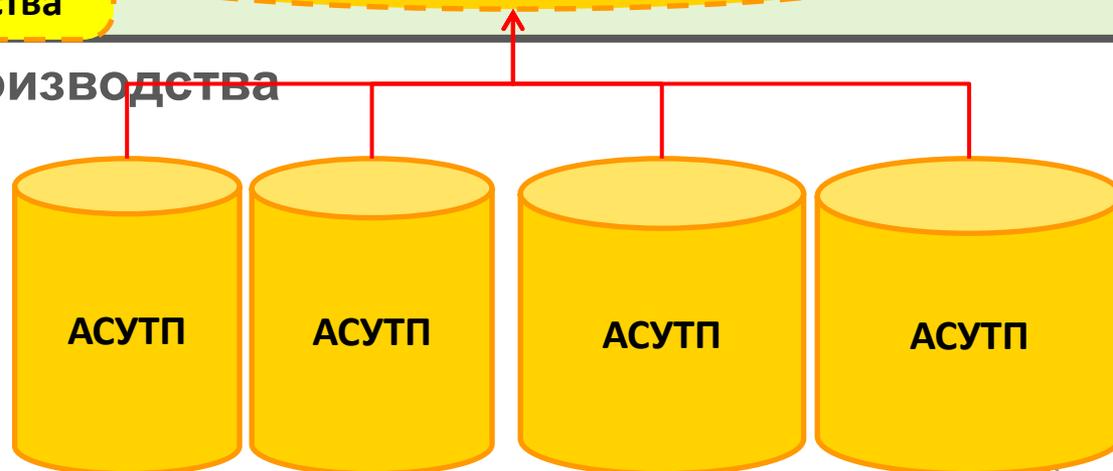
Бизнес отделы предприятия - уровень ERP



Производственные службы предприятия - уровень MES (АСУП)



Агрегаты и участки цехов производства - уровень АСУТП





**Неполный
состав разработчиков систем
автоматизированного управления любого
производственного объекта**

**Примечание: любое автоматизированное
управление реализуется эргатической
(человеко-машинной) системой.**



Есть

Исполнители отдельных работ по автоматизации любого
производственного объекта:

- Заказчик: планирование, требования, тендер, использование и обслуживание СА;
- Поставщик: поставка программных и технических средств СА;
- Разработчик: проектирование и внедрение СА;

**Системный интегратор или генеральный подрядчик, или
консалтинговая организация – отсутствуют.**



НАДО

Соисполнители работ по автоматизации любого производственного объекта:

- Заказчик - предприятие автоматизирующее свой производственный объект;
- Поставщик средств СА;
- Разработчик, проектирующий и внедряющий СА;
- Системный интегратор или генеральный подрядчик, или консалтинговая организация по жизненному циклу СА, который является

экспертом заказчика в области автоматизации предприятий данной отрасли по всему жизненному циклу СА. Он сертифицируется международной ассоциацией интеграторов управляющих систем (CSIA) по ими разработанной системе оценок системного интегратора.

Требования к нему: наличие сертификатов разных поставщиков СА, значительный опыт работы, высокая квалификация персонала, независимость от отдельных поставщиков средств СА и проектных организаций.



**Неправильное руководство планированием,
разработкой, внедрением, эксплуатацией,
модернизацией систем автоматизации
производственных объектов
и бизнес служб предприятия**



ЕСТЬ

Руководство:

- автоматизацией бизнес процессов – информационная служба;
- автоматизацией производства – служба КИПиА;
- автоматизацией обслуживания и ремонтами оборудования – служба главного механика;
- автоматизацией электро- и теплоэнергетических объектов – служба главного энергетика;
- автоматизацией лаборатории – руководство лаборатории.

Дирекция предприятий на «процессинге» (входит в холдинг) не заинтересована в эффективности автоматизации.

Эффективностью автоматизации считается прогнозируемая «дополнительная прибыль», рассчитываемая по необоснованным исходным данным.



НАДО

- на предприятии должно быть единое руководство автоматизацией. Оно организует, управляет и отвечает за планирование, проектирование, внедрение, эксплуатацию, модернизацию средств и систем автоматизации всех агрегатов, производственных участков и служб производства.
- дирекция предприятия должна быть заинтересована в эффективной работе СА, понимая под эффективностью:
- твердую компоненту- обоснованно пересчитывается в дополнительную прибыль,
- мягкую компоненту- отсутствуют исходные данные для пересчета эффекта в прибыль,
- технически не осязаемую компоненту- социология, экология.



Отсутствие обоснованной стратегии рациональной автоматизации производства



ЕСТЬ

Выполнение концепции (когда она формируется):

- персоналом предприятия- сохранение и развитие знакомых по работе и обслуживанию СА и недостаток знания возможностей современных СА;
- отраслевым проектным институтом- подгонка под выполненные старые проекты автоматизации;
- поставщиком конкретной СА- подгонка под собственную продукцию автоматизации;
- системным интегратором- **НО ОНИ ОТСУТСТВУЮТ.**

На большинстве предприятий общая концепция автоматизации производства вообще отсутствует.

Рациональное развитие уровня автоматизации осложняется как отсутствием обоснованной концепции, так и не правильным выделением финансовых средств на ее реализацию.



НАДО

разработать обоснованную стратегию развития (концепцию) автоматизации производства:

1 этап. Обследование существующих СА, анализ и выявление узких мест и потенциальных резервов, которые могут быть расшиты современными системами автоматизации.

2 этап. Формирование мероприятий по рациональному повышению уровня автоматизации производства.

3 этап. Конкретизация технической реализации намечаемых СА и оценка финансовых затрат.

4 этап. Ранжировка намечаемых СА по их прогнозируемой эффективности (важности) и обоснование необходимой последовательности их внедрения.



Недостатки технических требований на планируемую систему автоматизации



ЕСТЬ

Свойства разработанных ТТ:

- ТТ не полны, причина: «разработчик сам их дополнит»;
- ТТ недостаточно конкретны, причина: «разработчик отдельные свойства знает лучше нас»;
- ТТ содержат массу лишней информации, причина: «на всякий случай»;
- ТТ содержат ряд принципиально непроверяемых пунктов, причины: «принято их включать в ТТ»;
- ТТ содержат фиктивные требования поддержки многих устаревших стандартов, причина: «ссылка на стандарты придает вес требованиям»;
- ТТ на системы ПАЗ не соответствуют обязательным нормативам (ГОСТы 61511 и 61508, общие правила взывобезопасности), причины: «сложно реализовать все требования стандартов».



НАДО

формировать ТТ со следующими свойствами:

- полные по охвату СА контроля, учета, управления производственным объектом,
- конкретные по требуемым характеристикам программных и технических средств СА,
- учитывающие современность и перспективность автоматизируемых СА функций;
- подразделяемые на обязательные и рекомендуемые свойства СА.

Для этой работы необходимы следующие качества составителей ТТ:

- компетентность в области управления объектом,
- знание ими возможностей современных СА,
- объективность анализа продукции автоматизации разных производителей.



**Не объективное
(а часто фиктивное)
проведение тендера
на систему автоматизации и отсутствие
контроля разработанного проекта**



ЕСТЬ

Применяемые формы проведения тендера принципиально не настроены на объективное определение лучшего предложения, что (увы) полностью устраивает заказчика.

Отсутствует контроль за выполнением и качеством технорабочего проекта. Причины: доверие к разработчику проекта и отсутствие у заказчика-предприятия специалистов нужной для проверки квалификации.

Нередко в проекте не реализованы даже все имеющиеся в ТТ положения.



НАДО

Провести объективный тендер по выбору СА.

Это значит:

- заказчик определяет критерии оценок заявок и вес (важность) каждого критерия,
- эксперты ставят оценки заявкам по отдельным заданным заказчиком критериям,
- компьютер по этим оценкам решает многокритериальную задачу и выдает победителя тендера.

Необходим контроль за выполнением и качеством технорабочего проекта достаточно квалифицированными специалистами.

Особое внимание - выполнению в проекте обязательных требований к СА.



**Недостаточное
взаимодействие персонала
предприятия, который будет
использовать и обслуживать
СА,
с разработчиком
на этапе ее внедрения**



ЕСТЬ

Отсутствие необходимого сотрудничества разработчиков СА с персоналом предприятия приводит к следующим негативным следствиям:

- пользователи не успевают полностью освоить работу с системой на этапе опытной эксплуатации;
- отсутствует проверка взаимодействия пользователей с СА перед сдачей СА в промышленную эксплуатацию;
- перевод СА в промышленную эксплуатацию носит формальный характер без учета ее освоения персоналом, а замечания к ее работе появляются у персонала уже после ее приемки в промышленную эксплуатацию;
- оперативная доводка СА переходит на время промышленной эксплуатации.

Во время опытной эксплуатации не проверяется реально достигнутая эффективность функционирования внедренной СА.



НАДО

Подготовить персонал предприятия к работе с СА:

- участие персонала в тестировании и внедрении системы,
- подробное обучение персонала с проверкой знаний по эффективной эксплуатации СА,
- анализ и корректировка нормативов работы персонала с СА.
- только полное освоение СА работающим с ней персоналом позволяет завершить срок опытной эксплуатации.

До сдачи СА в промышленную эксплуатацию необходима экспериментальная оценка реально полученной эффективности работы СА.

Целесообразно обоснование числа необходимых операторов по взаимодействию с СА.



**Организационные
и административные
недостатки
поддержки персонала рациональной
работе с системой автоматизации**



ЕСТЬ

Типичная ситуация:

- нормативы и должностные инструкции персонала не содержат никаких конкретных требований по его взаимодействию с используемой СА
- материальная мотивация персонала не зависит от качества использования им СА
- критерии управления объектом, заложенные в СА, противоречат критериям, которыми руководствуются операторы этого объекта
- отсутствует на предприятии энергетический менеджер, который должен управлять мероприятиями по экономии энергоресурсов



НАДО

Разработать и внедрить правила взаимодействия персонала с приданной ему СА:

-пересмотр критериев работы персонала, использующего и обслуживающего СА

-конкретизация нормативов и должностных инструкций персонала

-материальная мотивация персонала за рациональное использование СА

-требование особого внимания экономному расходованию энергоресурсов производственными объектами (ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»).



**Недостаточно
качественная
эксплуатация СА,
способствующая
ускорению ее
деградации**



ЕСТЬ

Типичная ситуация:

- аудит качества управления объектом и его сопоставление с качеством, зафиксированным на этапе внедрения, не проводится,
- сопровождение СА разработчиком ограничивается заменой неисправных компонентов,
- постепенная деградация СА не фиксируется и не компенсируется, а она проявляется тем быстрее, чем совершеннее внедренная система,
- при управлении объектом отсутствует **непрерывное** наблюдение:

за качеством регулирования,

за временем и причинами отключения регуляторов,

за текущими удельными расходами энергоресурсов,

за сверхнормативными материальными и энергетическими потерями.



НАДО

Анализировать текущее качество работы СА и своевременно компенсировать все отклонения, уменьшающие полученную на этапе внедрения эффективность управления объектом:

- периодический независимый аудит работы СА и ее использования персоналом,
- выявление деградации качества управления объектом и ее компенсация,
- своевременная модификация программных модулей и технических компонентов СА при любых изменениях и модернизациях объекта автоматизации,
- реализуемое разработчиком по отдельному договору сопровождение эксплуатируемой СА должно не ограничиваться заменой неисправных компонентов СА.



Дорожные карты

- отечественных разработчиков АСУ производственных объектов,
- кафедр автоматизации ВУЗов,
- руководства предприятий, автоматизирующих свое производство



- отсутствуют настоящие генеральные подрядчики и системные интеграторы по автоматизации производства
- руководство предприятий не понимает как надо проводить рациональную автоматизацию и зачем требуется привлечение квалифицированных, объективных системных интеграторов,
- выпуск ВУЗами специалистов, знакомых с современными, перспективными программными и техническими средствами и системами автоматизации, незначителен
- квалификация персонала, использующего и работающего с средствами и системами автоматизации, не соответствует требованиям к эксплуатации современных СА

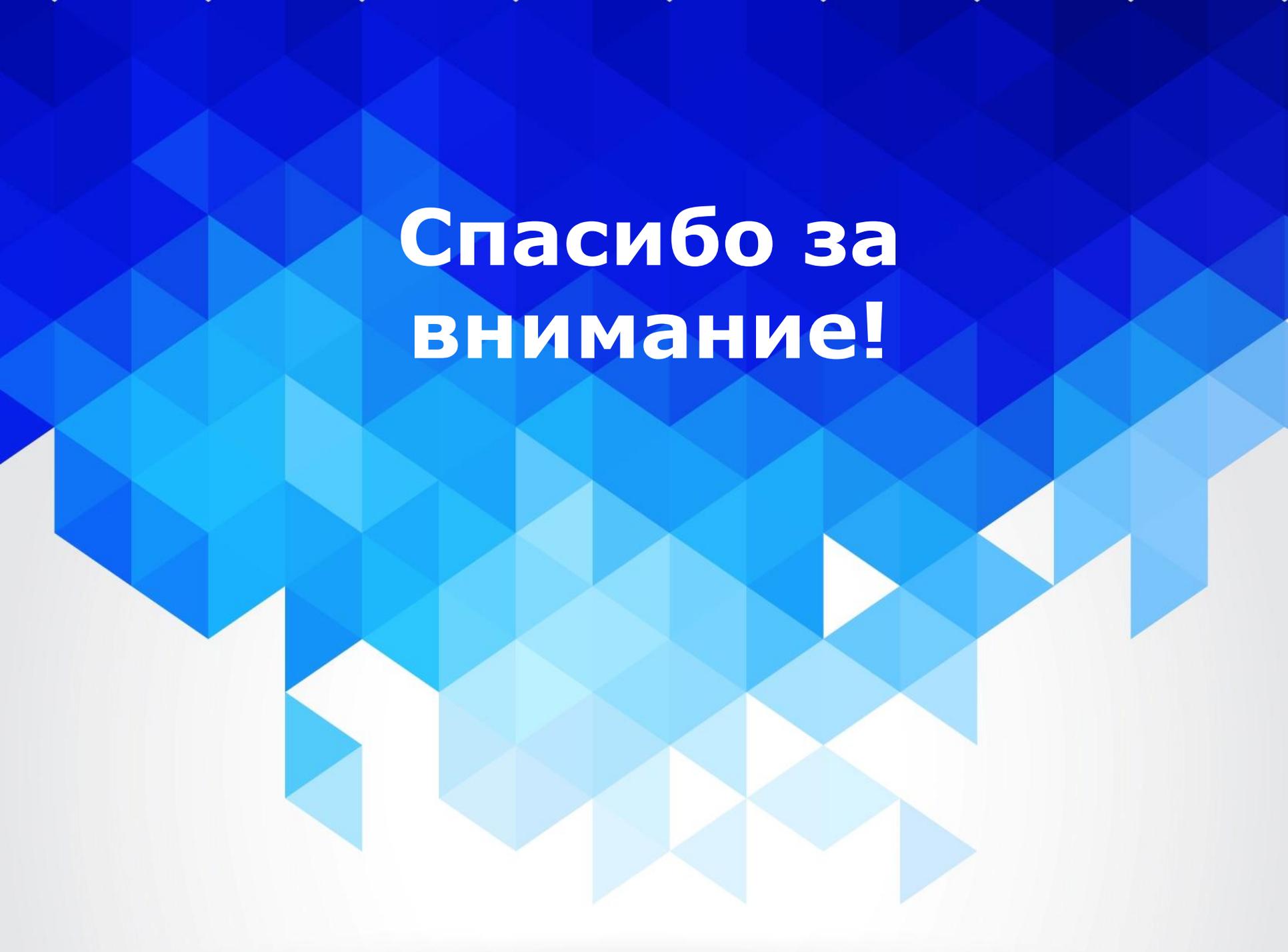
практически полностью отсутствуют формы периодического повышения квалификации работников отделов автоматизации в проектных институтах и служб КИПиА предприятий.



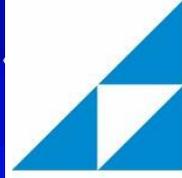
- основным разработчикам АСУ **надо** объяснять руководству предприятий: зачем им нужна автоматизация производства, что она им может дать, как ею надо руководить, почему предприятию нужны системные интеграторы;
- инжиниринговым фирмам **надо** выполнять функции Генерального подрядчика по автоматизации производства предприятий;
- независимым консультантам **надо** проводить объективный, квалифицированный анализ текущего состояния автоматизации производства и давать предложения по его рациональному развитию;
- кафедрам автоматизации ВУЗов **надо** осовременить учебные курсы по автоматизации производства и создавать курсы повышения квалификации для сотрудников служб КИПиА предприятий и персонала отделов автоматизации проектных институтов.



- Только искоренение рассмотренных ключевых недостатков автоматизации на российских предприятиях позволит получать от внедряемых современных систем автоматизации ту отдачу, которую они потенциально способны дать
- при их рациональном построении и внедрении
- при необходимой организационной поддержке
- при квалифицированной эксплуатации.



**Спасибо за
внимание!**



ракурс



Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы
развития»

**Особенности оценки
вибрационного состояния
гидроагрегатов.
История и тенденции**

**Колесников Анатолий
Александрович**

**Главный конструктор
гидравлических турбин**

15 июля 2016 года



**ОАО «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ»
ЭНЕРГИЯ НА РЕЗУЛЬТАТ**



❑ Основная проблематика

оценка вибрационного состояния гидроагрегатов основывается на методиках (80-ых годов прошлого столетия) с ручной обработкой данных и при периодическом проведении измерений

❑ Текущая ситуация

- отсутствие единого основного параметра оценки вибрационного состояния опорных узлов
- отсутствие единого способа оценки вибрационного состояния опорных узлов
- отсутствие единых решений/рекомендаций, принимаемых на основе оценки вибрационного состояния



СО 153-34.20.501-**2003** Правила
технической эксплуатации
электрических станций и сетей
Российской Федерации (ПТЭ)



РД 34.20.501-**95** Правила
технической эксплуатации
электрических станций и сетей
Российской Федерации



«Правила технической эксплуатации
электрических станций и сетей» 14-
е издание, **1989**

СТО 17330282.27.140.001-**2006**
«Методики оценки технического
состояния
основного оборудования
гидроэлектростанций»



РД 34.31.303-**96** Методические
указания по эксплуатационному
контролю вибрационного состояния
конструктивных узлов
гидроагрегатов



МУ 34-70-059-**83**



«Виброперемещение»

СТО 17330282.27.140.001-2006
«Методики оценки технического
состояния
основного оборудования
гидроэлектростанций»

СО 153-34.20.501-2003 Правила
технической эксплуатации
электрических станций и сетей
Российской Федерации (ПТЭ)

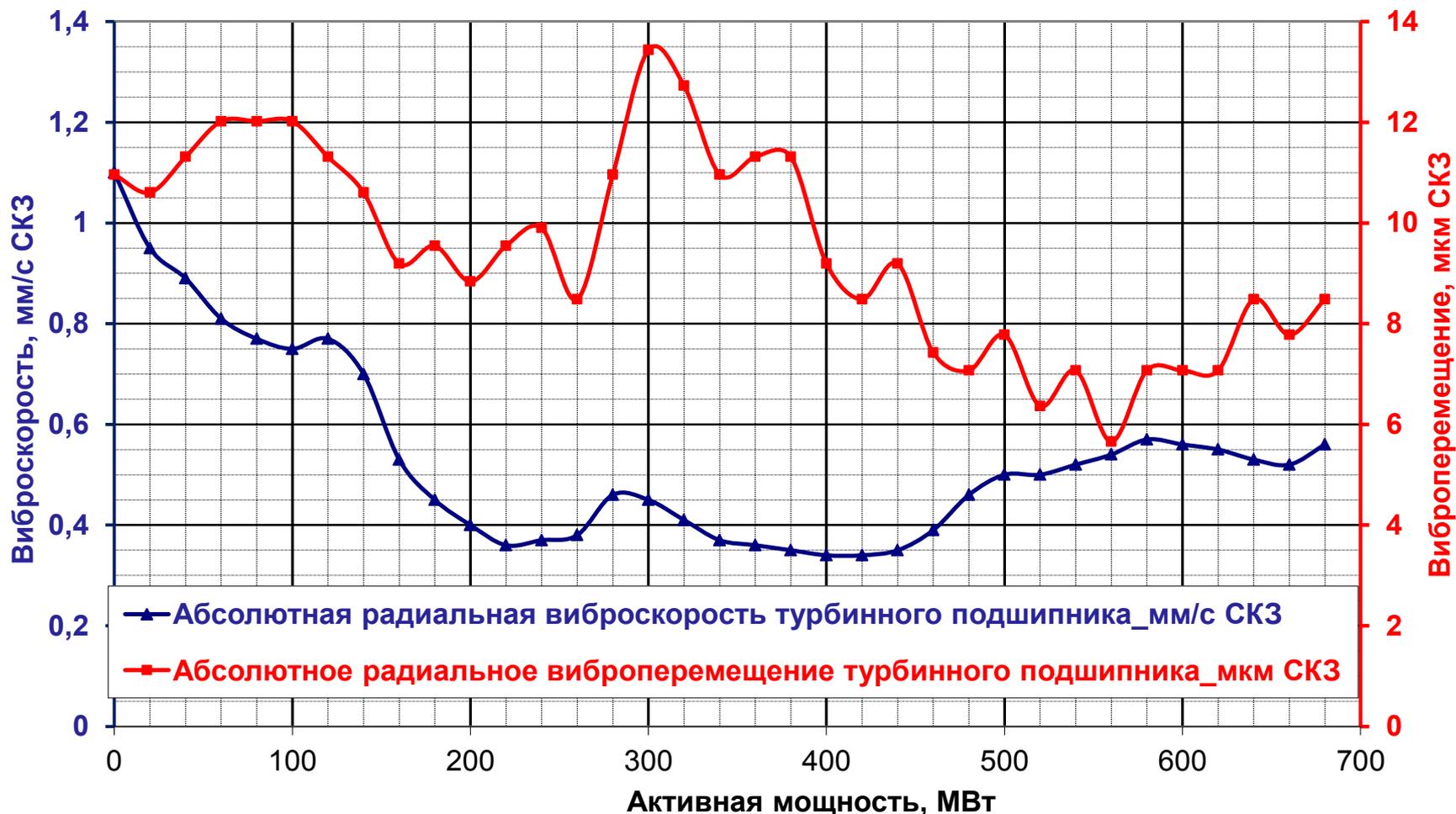
РД 24.023.117-88 «Измерение
вибрации и оценка вибрационного
состояния вертикальных
гидравлических турбин»

«Виброскорость»

ISO 10816-5:2000 «Mechanical
vibration — Evaluation of machine
vibration by measurements on non-
rotating parts»
«Вибрация – Контроль состояния
машин по результатам измерений
вибраций на невращающихся частях»



Абсолютная радиальная вибрация турбинного подшипника
($P_{расч} = 640$ МВт, $H_{расч} = 194$ м, частота вращения $-142,8$ мин $^{-1}$)





«Размах» (2A, Speak-to-peak) виброперемещений

«Среднеквадратичное значение» (СКЗ) виброперемещений

СТО 17330282.27.140.001-2006



«периодическая
вибрация» (п.И.3.3.2)
▪ суммарный размах
(2A_{сум})
▪ размах гармонической
составляющей (2A_f)

«непериодическая
вибрация» (п.И.3.3.3)
▪ средний размах (2A_{ср})
▪ максимальный размах
(2A_{макс})

РД 24.023.117-88

(для осевой и
радиальной вибрации)

СО 153-34.20.501 (ПТЭ)



«горизонтальная
вибрация»
▪ размах
(двойная амплитуда 2A)

«вертикальная вибрация»
▪ размах на частоте
вибрации (2A_f)



«Размах» (2A, Speak-to-peak) виброперемещений

- высокая вероятность ложных/случайных всплесков («человеческий фактор», электрические помехи, внешний фактор и т. д.)
- отсутствие однозначных определений для суммарного, максимального, среднего размахов

«Среднеквадратичное значение» (СКЗ) виброперемещений

- учитывает временное развитие вибрации
- отображает значение, связанное с энергией колебательного процесса
- $СКЗ \approx 2A_{cp} * 2\sqrt{2}$



□ СТО 17330282.27.140.001-2006:

Оценка вибрационного состояния	Решение
«неудовлетворительно»	Устранение повышенной вибрации при первой возможности. До устранения повышенной вибрации проводить контроль вибрации не реже одного раза в два месяца.
«недопустимо»	Эксплуатация агрегата без особого разрешения управляющей компании ОГК (ТГК) не допускается.

□ СО 153-34.20.501 (ПТЭ):

«не допускается длительная работа гидроагрегата при повышенных уровнях вибрации...»

□ РД 24.023.117-88:

Оценка вибрационного состояния	Решение
«неудовлетворительно»	Эксплуатация не разрешена. Необходимо провести специальные испытания по определению причин неполадок и повреждений и повышенной вибрации



□ ISO 20816-5:2000:

Сигнал	Рекомендации
«ALARM» (Предупреждение)	<p>«if an ALARM situation occurs, operation can continue for a period whilst investigations are carried out to identify the reason for the change in vibration and define any remedial action»</p> <p>(если сработал сигнал «предупреждение», то эксплуатация может продолжаться в течение периода, пока проводятся исследования, устанавливающие причину изменения вибрации и определяющие меры по устранению неисправностей/по ремонту оборудования)</p>
«TRIP» (Сигнал аварийного останова)	<p>«If the TRIP value is exceeded, immediate action should be taken to reduce the vibration or the machine should be shut down».</p> <p>(если произошло превышение аварийного уровня, то должны быть предприняты немедленные действия по снижению вибрации или агрегат следует остановить).</p>



Для выработки надежного и корректного национального критерия оценки состояния гидротурбинного оборудования необходимо:

- Дальнейшие исследования работы гидроагрегатов (натурные и модельные испытания)
- Физический анализ процессов, протекающих в гидротурбине (с использованием численного моделирования)
- Анализ имеющихся статистических данных по вибрационному состоянию гидроагрегатов
- Пересмотр действующих стандартов по вибрации

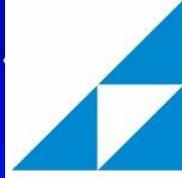
Целесообразно также проводить политику по продвижению российских интересов (стандартов) по вибрации гидротурбин в международных организациях по стандартизации МЭК и ИСО.

**ОАО «Силовые машины»
Россия, Санкт-Петербург,
ул. Ватутина, 3А
тел +7 (812) 346 7037,
факс +7 (812) 346 7035**

www.power-m.ru



Спасибо за внимание!



ракурс



Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы развития»

Перспективные
направления
автоматизации
паровых турбин и
способы решения
автоматикой текущих
задач систем
регулирования

Докладчик:

Шехтер Михаил Валерьевич

Начальник отдела систем
автоматического управления
ЗАО «Уральский турбинный завод»

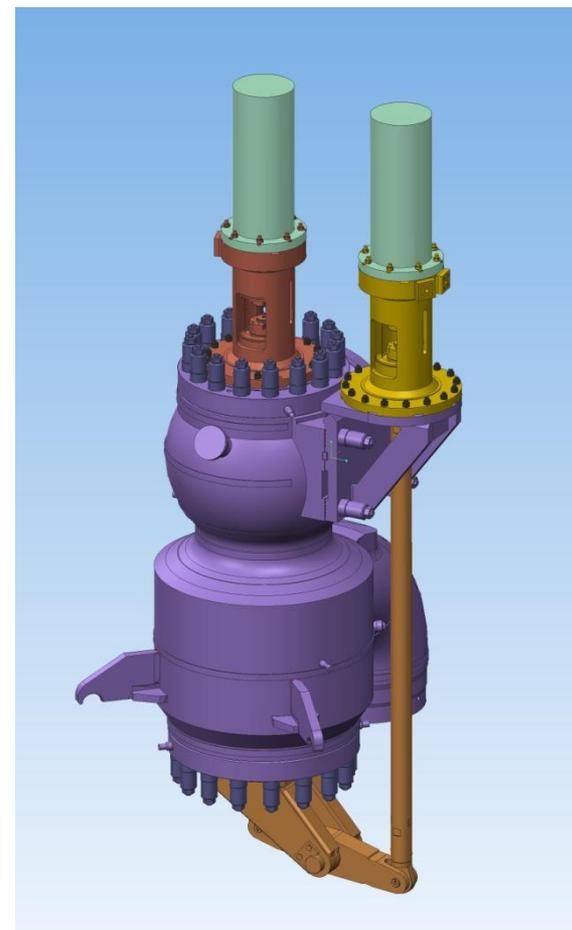


Достигнут предел совершенствования проточных частей паровых турбин в мире за счет использования конструкторских решений. Максимальный внутренний КПД находится на уровне 88-90%.

На первый план выходит совершенствование алгоритмических решений и глубокая автоматизация режимных и переходных процессов турбоагрегата



- Спроектирована и произведена система управления положениями регулирующих и стопорных клапанов, потенциально способных осуществлять независимое высокоточное позиционирование каждого регулирующего клапана, что открывает новые возможности как в области оптимального проектировании систем соплового парораспределения, так и в реализации различных законов управления положениями клапанов.





- Индивидуальный электрогидравлический привод включает в себя: гидравлический цилиндр, блок управления, датчики обратной связи, пакет дисковых пружин.
- Блок управления строится на базе электрогидравлических сервоусилителей с управлением от ПТК, гидравлических распределителей встроенного и стыковочного монтажа.
- Электрогидравлический сервоусилитель используется в процессе нормального управления и закрытия паровых клапанов. В нештатной ситуации используются гидрораспределитель с электромагнитным управлением и гидравлические /картриджные клапаны встроенного монтажа.





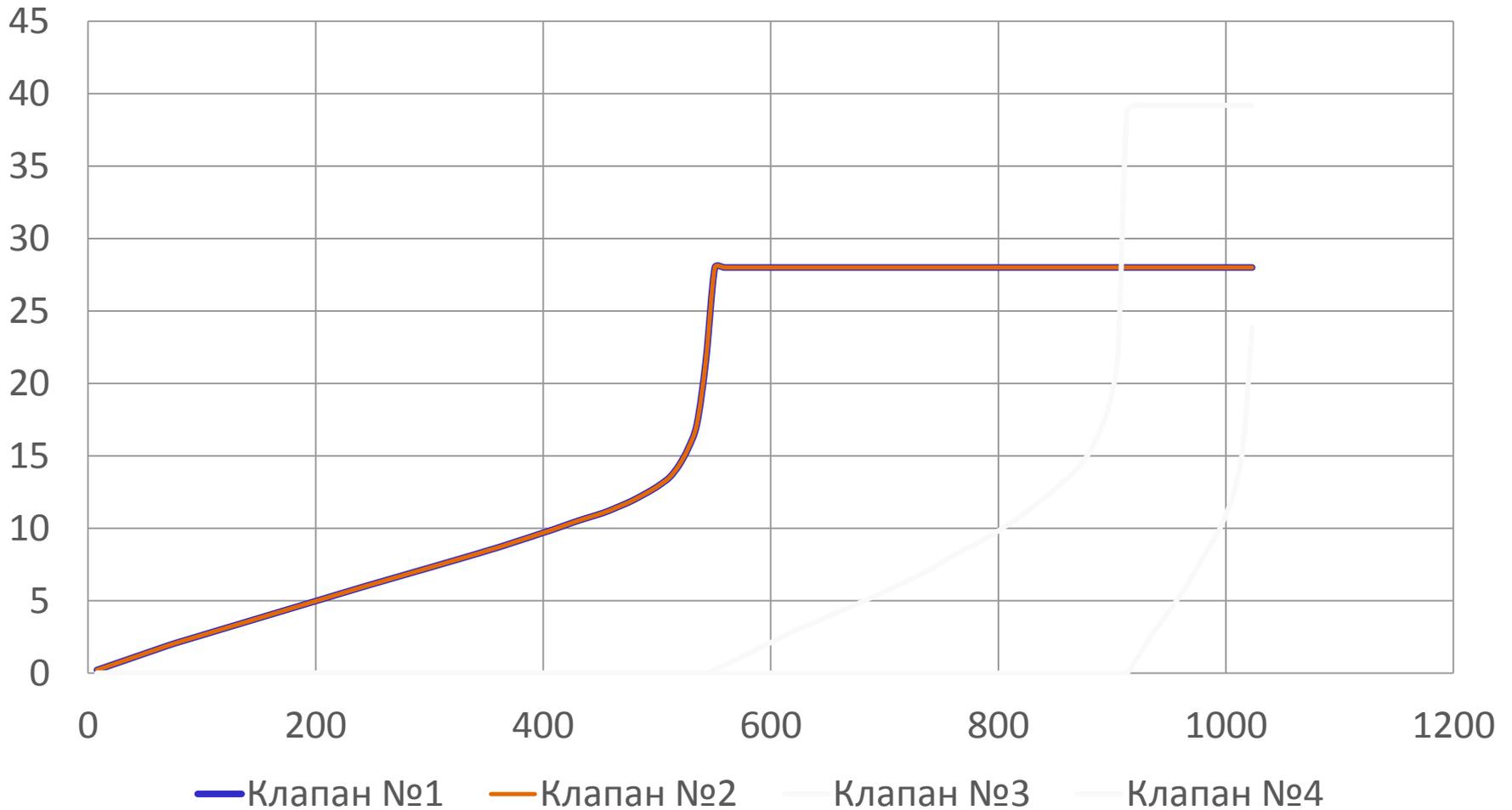
- Маслонапорная установка высокого давления является постоянным источником гидравлической энергии для управления индивидуальными приводами всех парораспределительных органов паровой турбины во всех технологических и аварийных режимах. МНУ ВД осуществляет функции фильтрации, сепарации влаги, нагрева, деаэрации и охлаждения рабочей жидкости и др.



Рабочее давление
160...180 атм.

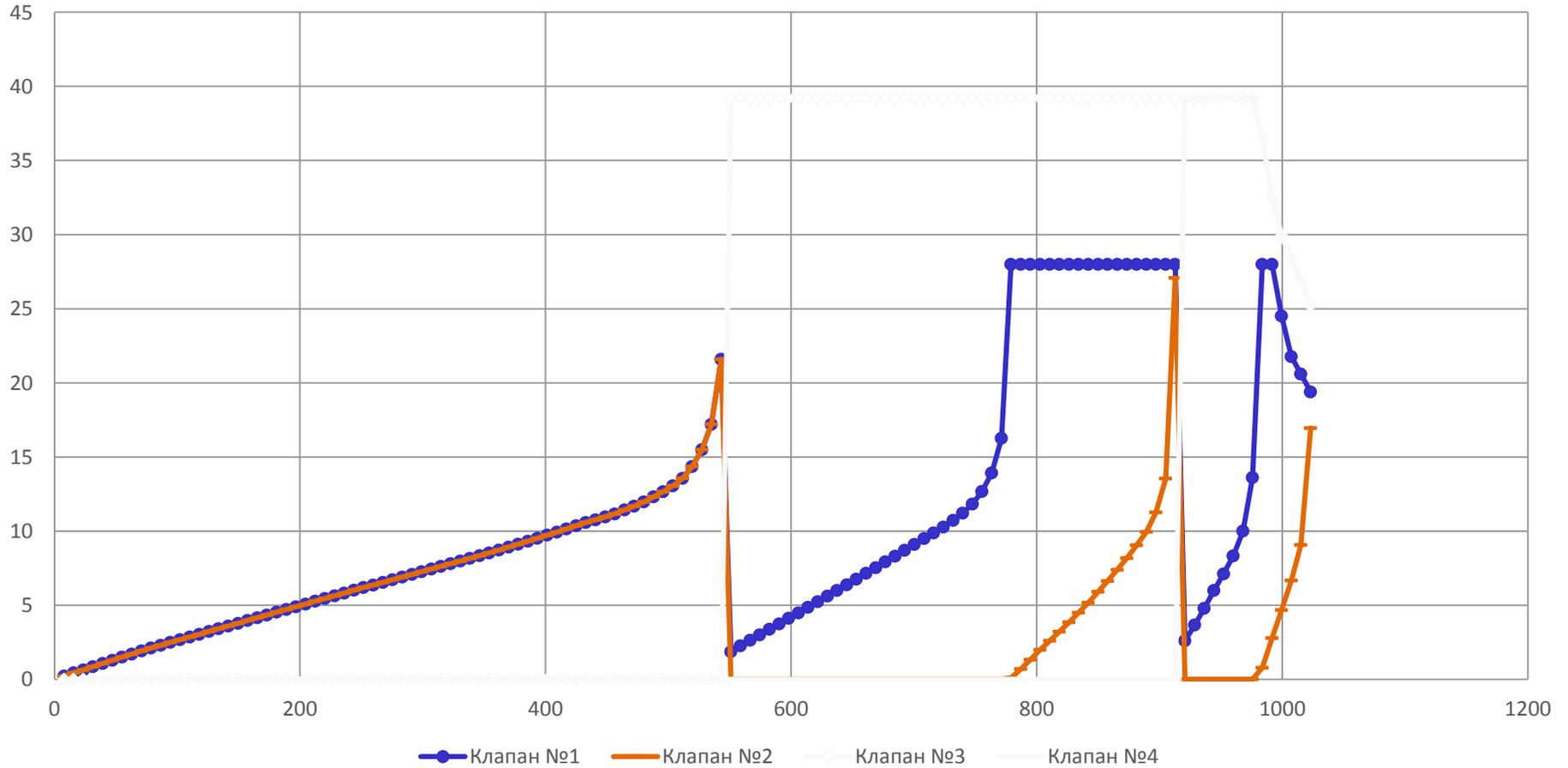


Зависимость положения клапанов от расхода пара





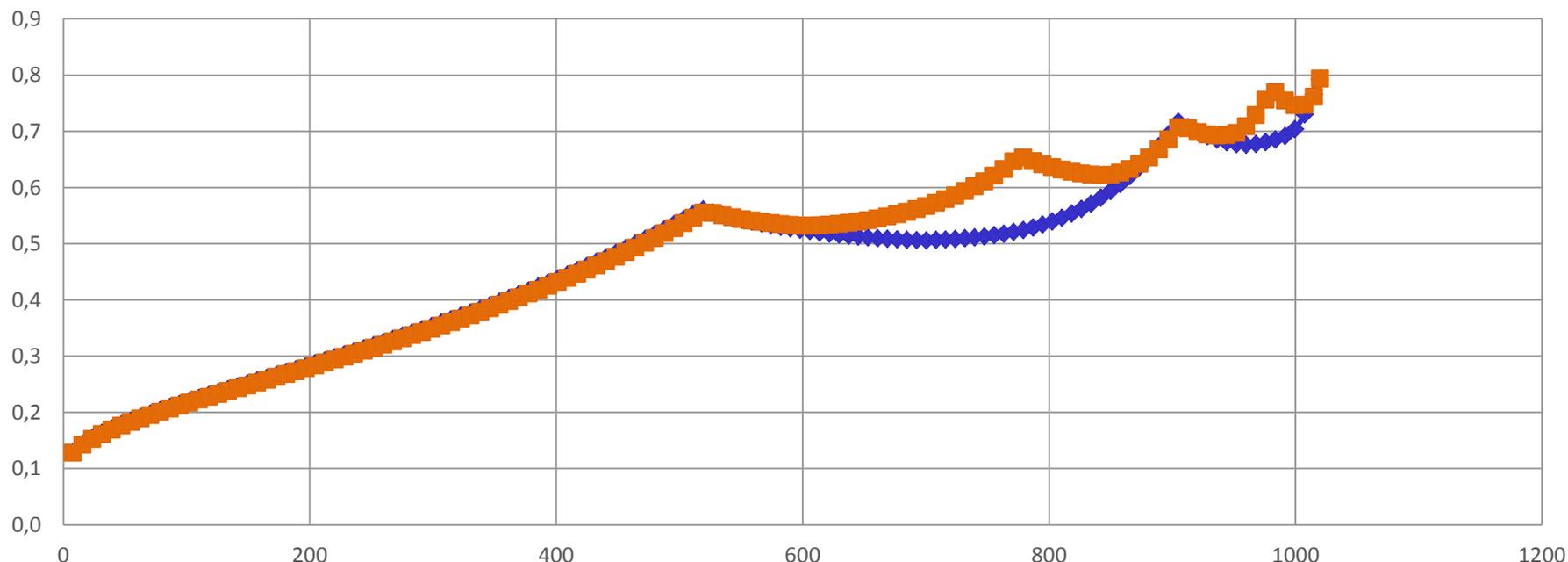
Зависимость положения клапанов от расхода пара





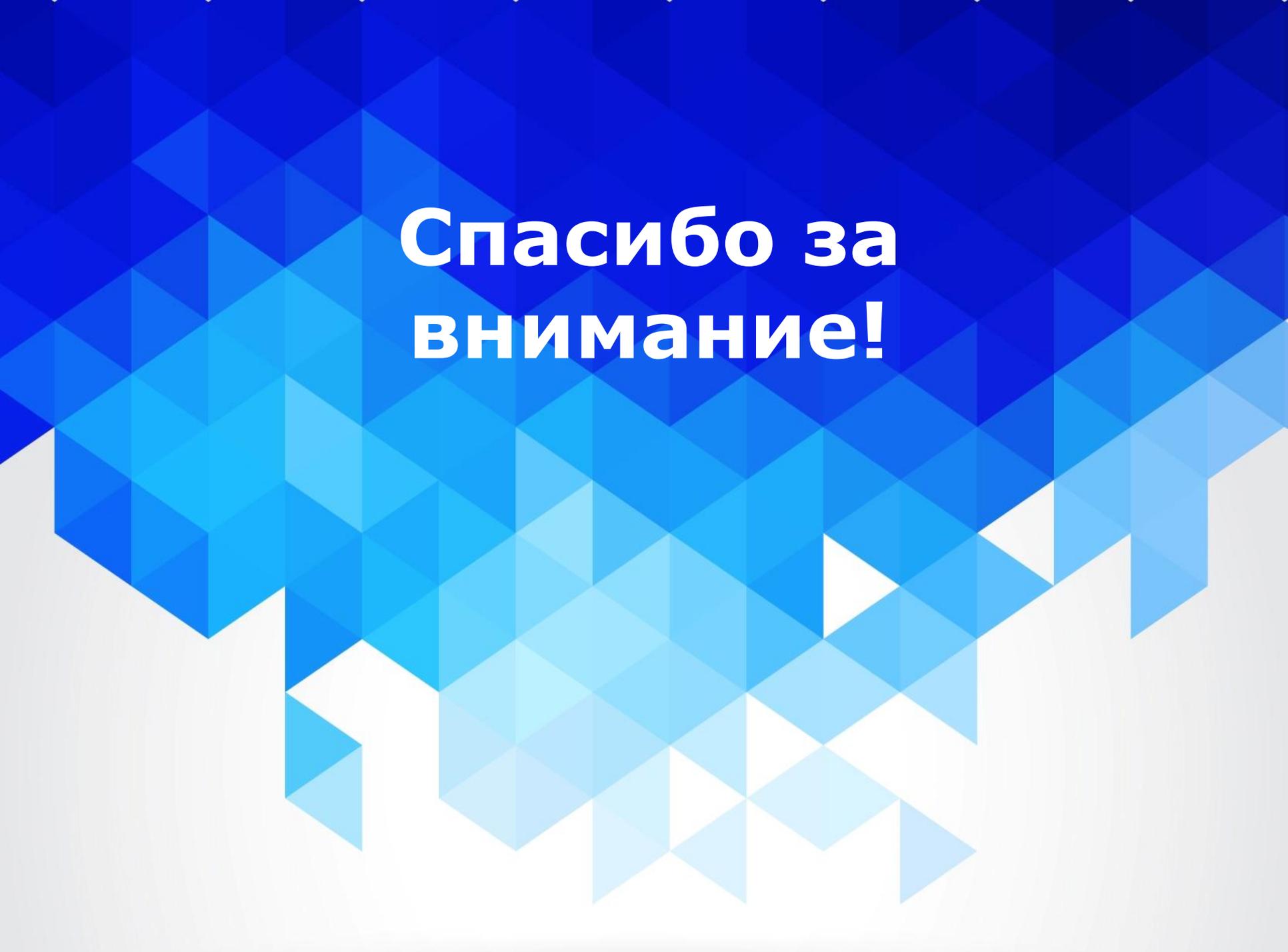
Возможность значительного (до 6%) повышения КПД турбоустановки на режимах частичных нагрузок

Зависимость КПД турбоустановки от расхода свежего пара

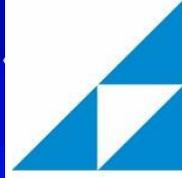


◆ Классическое сопловое парораспределение

■ Сопловое парораспределение с индивидуальным управлением каждым клапаном



**Спасибо за
внимание!**



ракурс



**Научно-практическая
конференция
«Дорожная карта
систем автоматизации:
актуальные запросы и
перспективы развития»**

Распределение нагрузки между агрегатами станции

Сергей Фомин

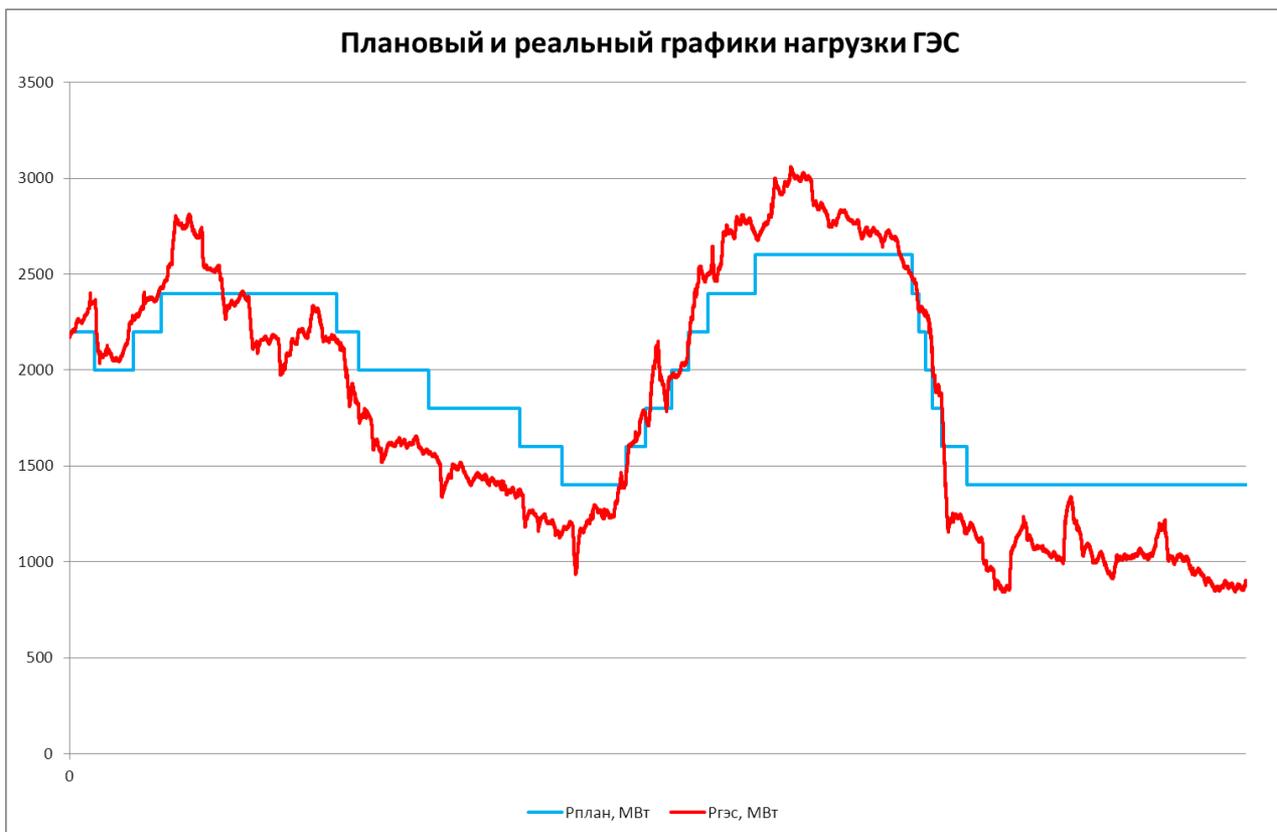
Ведущий
инженер-программист
«Ракурс-Инжиниринг»



Разработка и внедрение системы группового регулирования активной и реактивной мощности (ГРАРМ) Братской ГЭС

Реализация оптимального распределения нагрузки между гидроагрегатами (по индивидуальным характеристикам)

	Братская ГЭС
Установленная мощность	4500 МВт
Годовая выработка	22 600 млн кВт·ч
Гидроагрегаты	18 x 250 МВт
Диапазон регулирования	-600 .. +300 МВт
Эффект от оптимизации распределения нагрузки	+0,4%

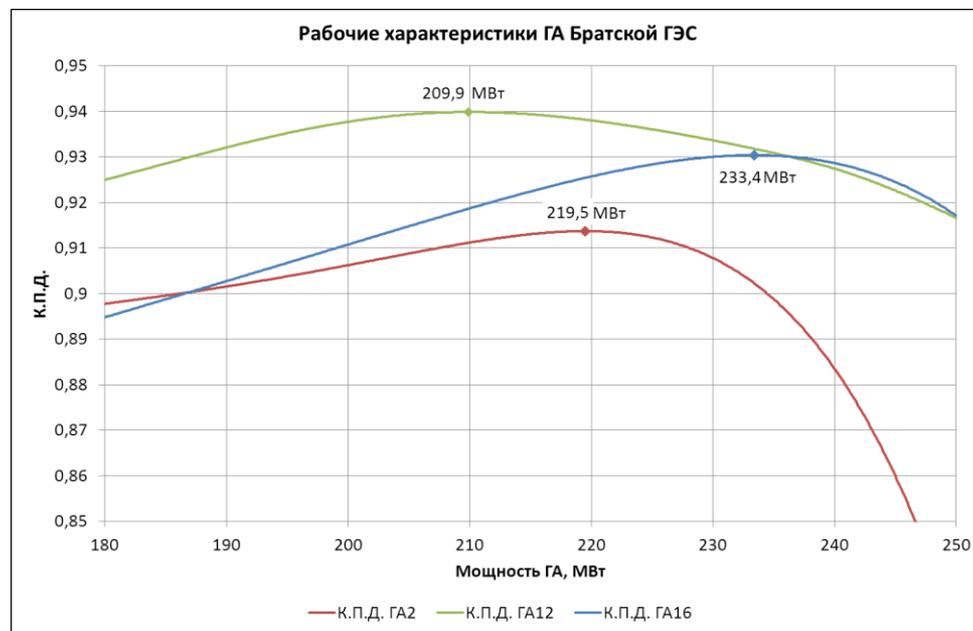


Реальные задания мощности для станции постоянно меняются в большом диапазоне и не совпадают с плановым графиком нагрузки. Требуется оптимизировать распределение нагрузки в темпе изменения задания мощности (1 сек)



- Расчет оптимального состава работающих гидроагрегатов для станции
- Расчет оптимального распределения нагрузки между гидроагрегатами

Неравномерное распределение мощности между агрегатами с различными характеристиками может дать увеличение КПД каждого из них и станции в целом.



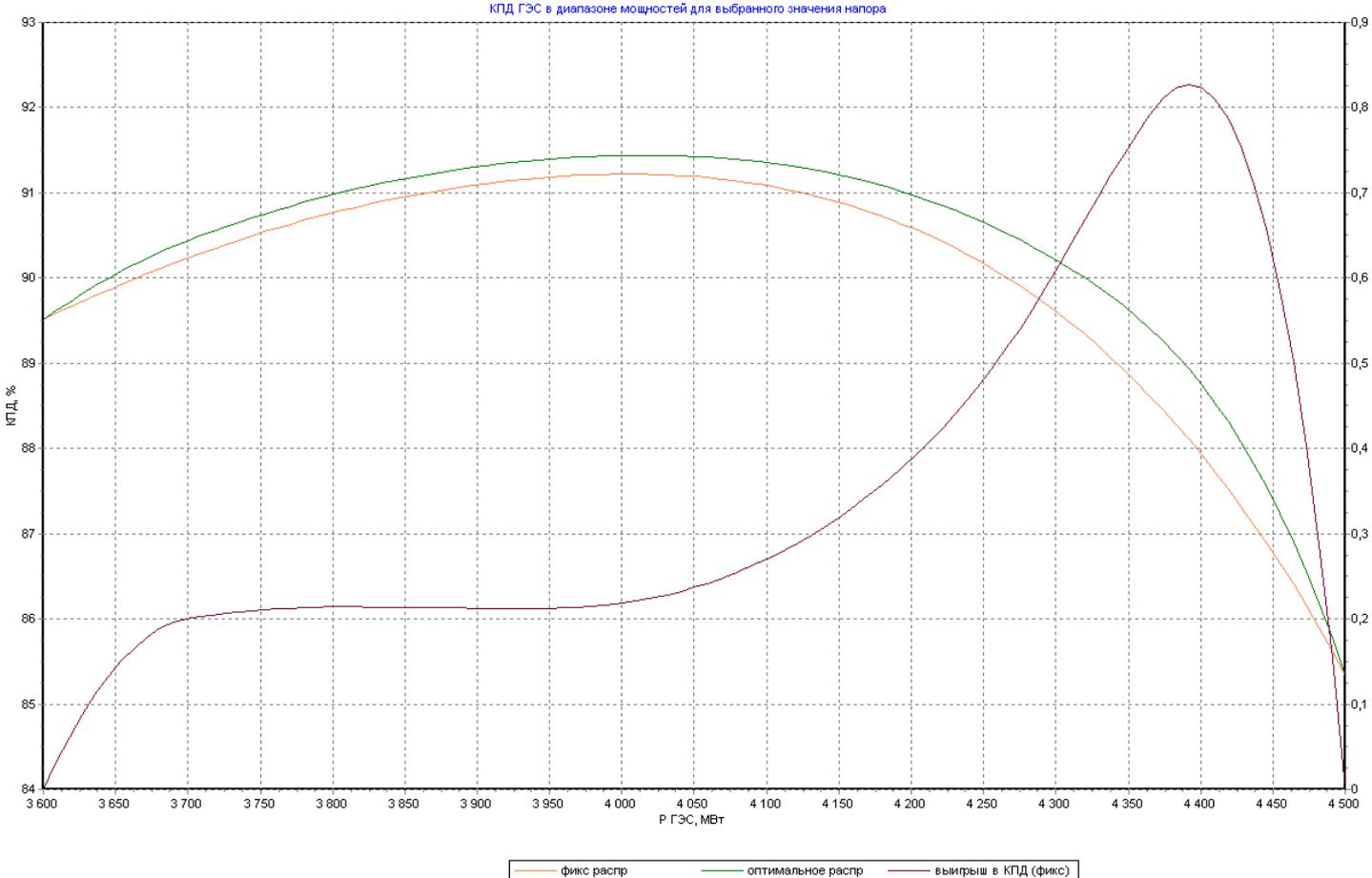


Принципы распределения нагрузки

1. Нагрузки агрегатов должны быть в зонах работы без ограничений по времени
2. Нагрузки агрегатов должны быть в зонах, обеспечивающих работу противоаварийной автоматики
3. Распределение нагрузок не должно приводить к перегрузкам межсекционных автотрансформаторов
4. Распределение нагрузок не должно приводить к другим нежелательным явлениям (увеличению вибраций)
5. Суммарные потери, требуемые для выполнения задания мощности, должны быть минимальны:
 - расход воды
 - потери в автотрансформаторах

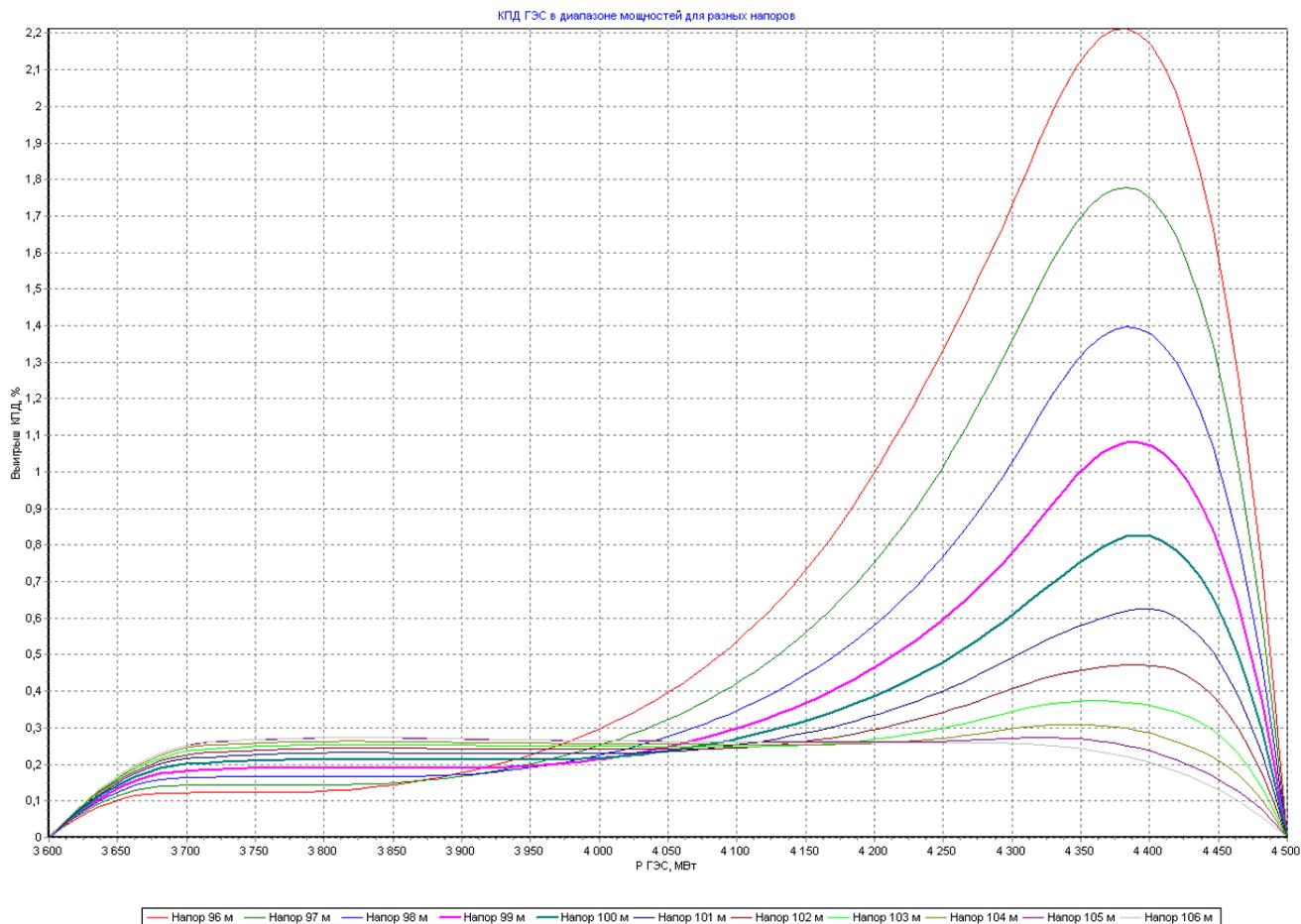


Увеличение КПД Братской ГЭС при оптимальном распределении нагрузки между всеми ГА в полном диапазоне мощностей при напоре 100 м





Увеличение КПД Братской ГЭС за счет оптимального распределения нагрузки между ГА в диапазоне проектных значений напора





Интеграция системы рационального управления (РУСА), осуществляющей расчет и управление оптимальным распределением нагрузки, в АСУ ТП ГЭС

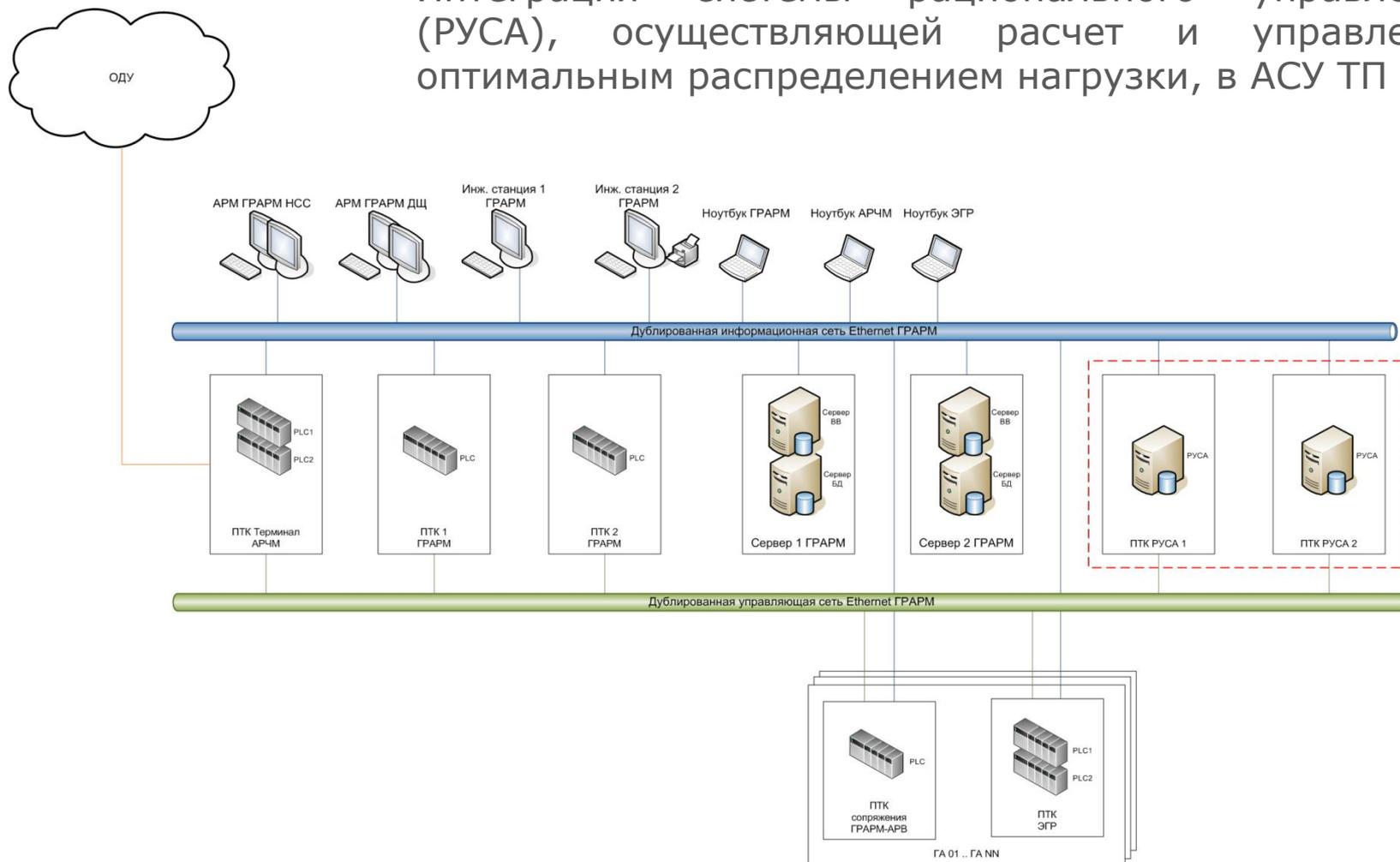
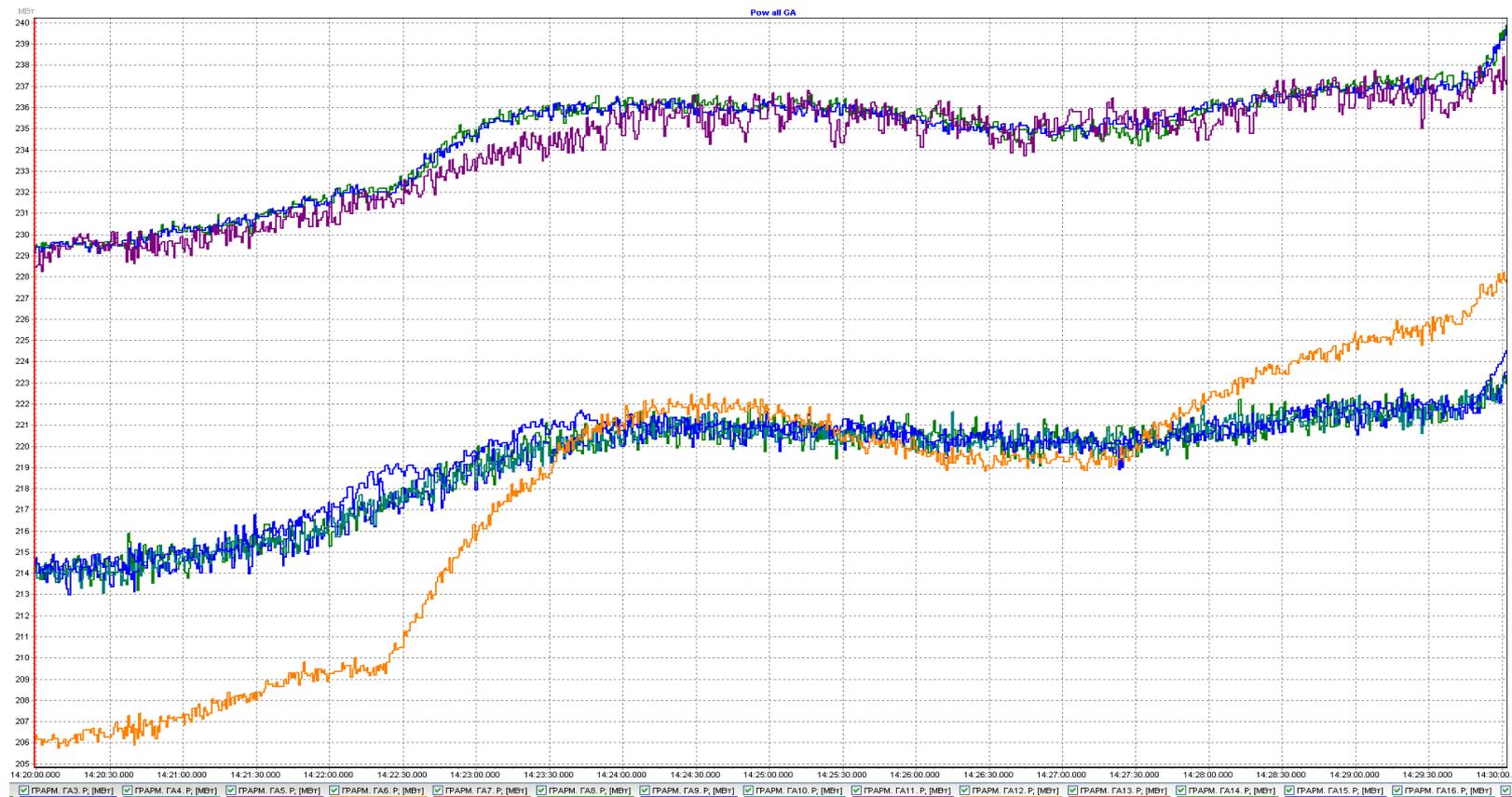


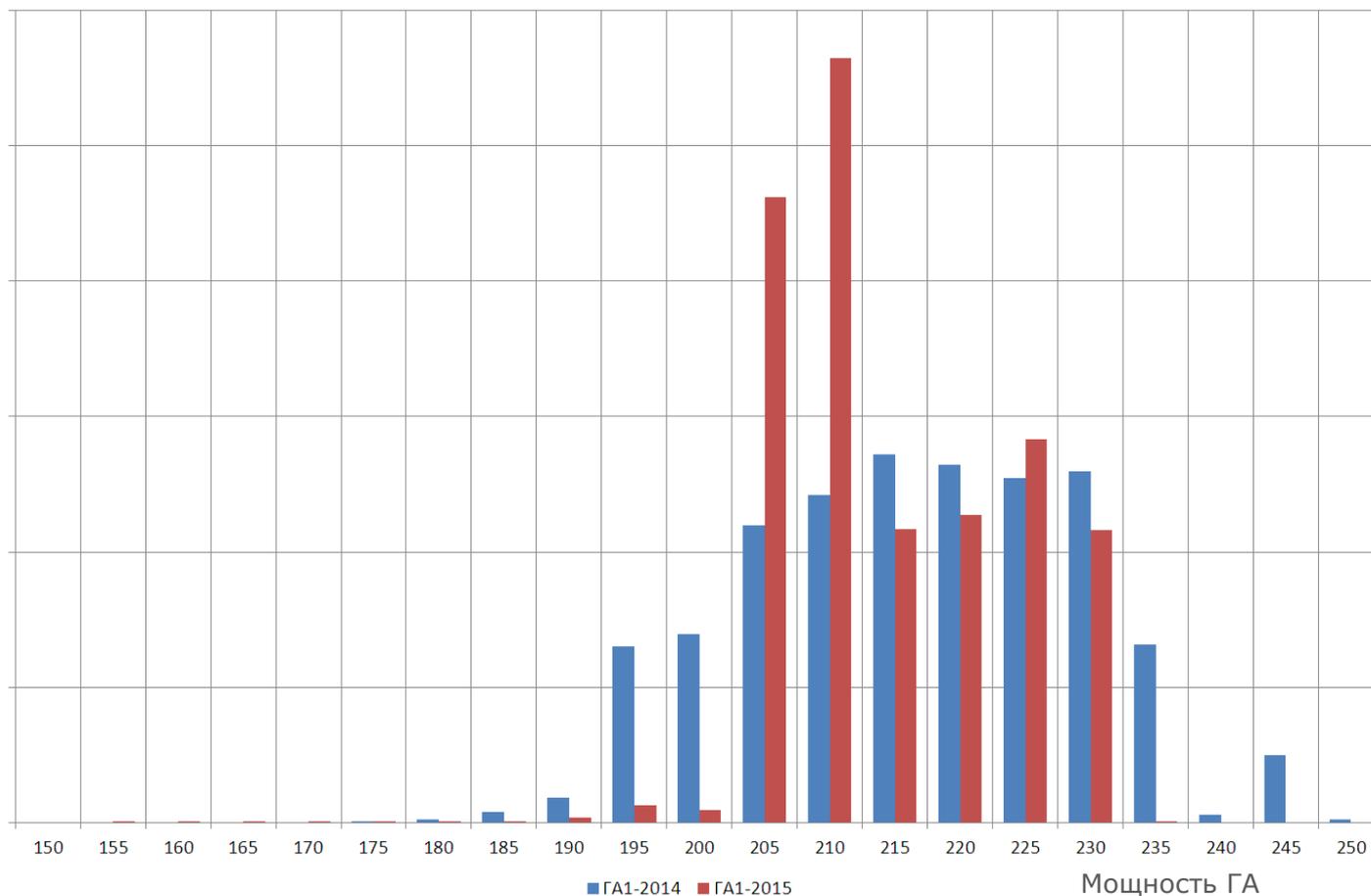


График значений нагрузок агрегатов Братской ГЭС при оптимальном распределении с учетом индивидуальных характеристик



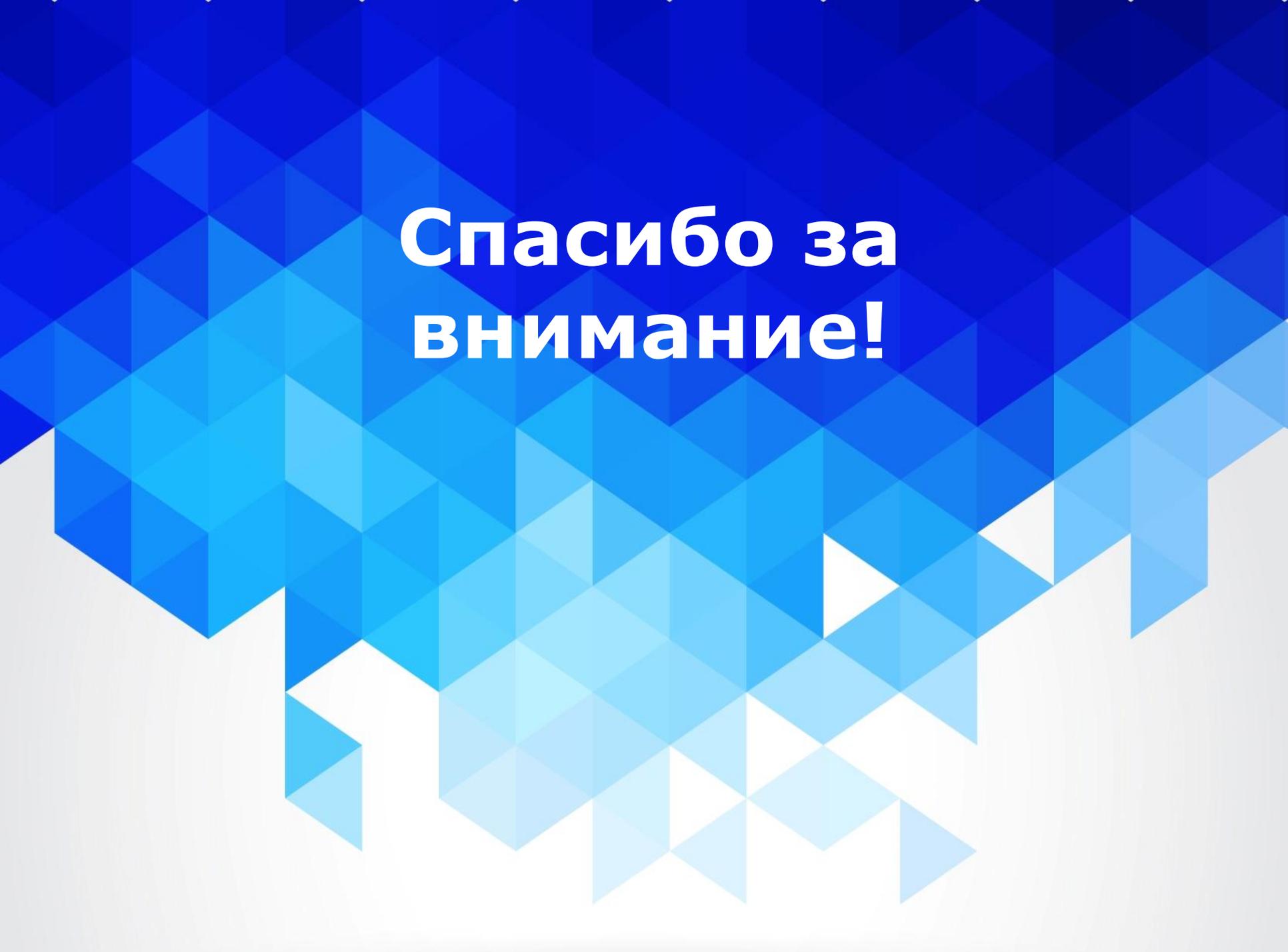


Распределение значений мощности ГА смещается в диапазон максимальных КПД





- Динамическое распределение нагрузки между работающим оборудованием ТЭС по критерию максимизации прибыли при обеспечении заданного графика нагрузки
- Распределение нагрузки между гидроагрегатами по эксплуатационному критерию (минимум вибрации)
- Распределение нагрузки и резервов регулирования между станциями, в том числе между ГЭС каскада с обеспечением заданного водотока (среднесуточного и за заданный период)



**Спасибо за
внимание!**