

Энергоэффективность инженерных систем промышленных предприятий

Мельников В.М., доцент, к.т.н.,

Стариков А.Н., доцент, к.т.н.,

Карев Д.С., аспирант,

Мокроусов В.С., аспирант,

Рожков А.А., аспирант

Владимирский государственный университет

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»

Кафедра «Информационные системы и информационный

менеджмент»

Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации

- Статья 15. Энергетическое обследование
- 1. Энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя.
- 2. Основными целями энергетического обследования являются:
 - 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
 - 2) определение показателей энергетической эффективности;
 - 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
 - 4) разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.
- **3. По соглашению между лицом, заказавшим проведение энергетического обследования, и лицом, проводящим энергетическое обследование, может предусматриваться разработка по результатам энергетического обследования отчета, содержащего перечень мероприятий по**

ФГБОУ ВПО

Владимирский государственный университет

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ
КАК СПОСОБ РАЗРАБОТКИ
МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

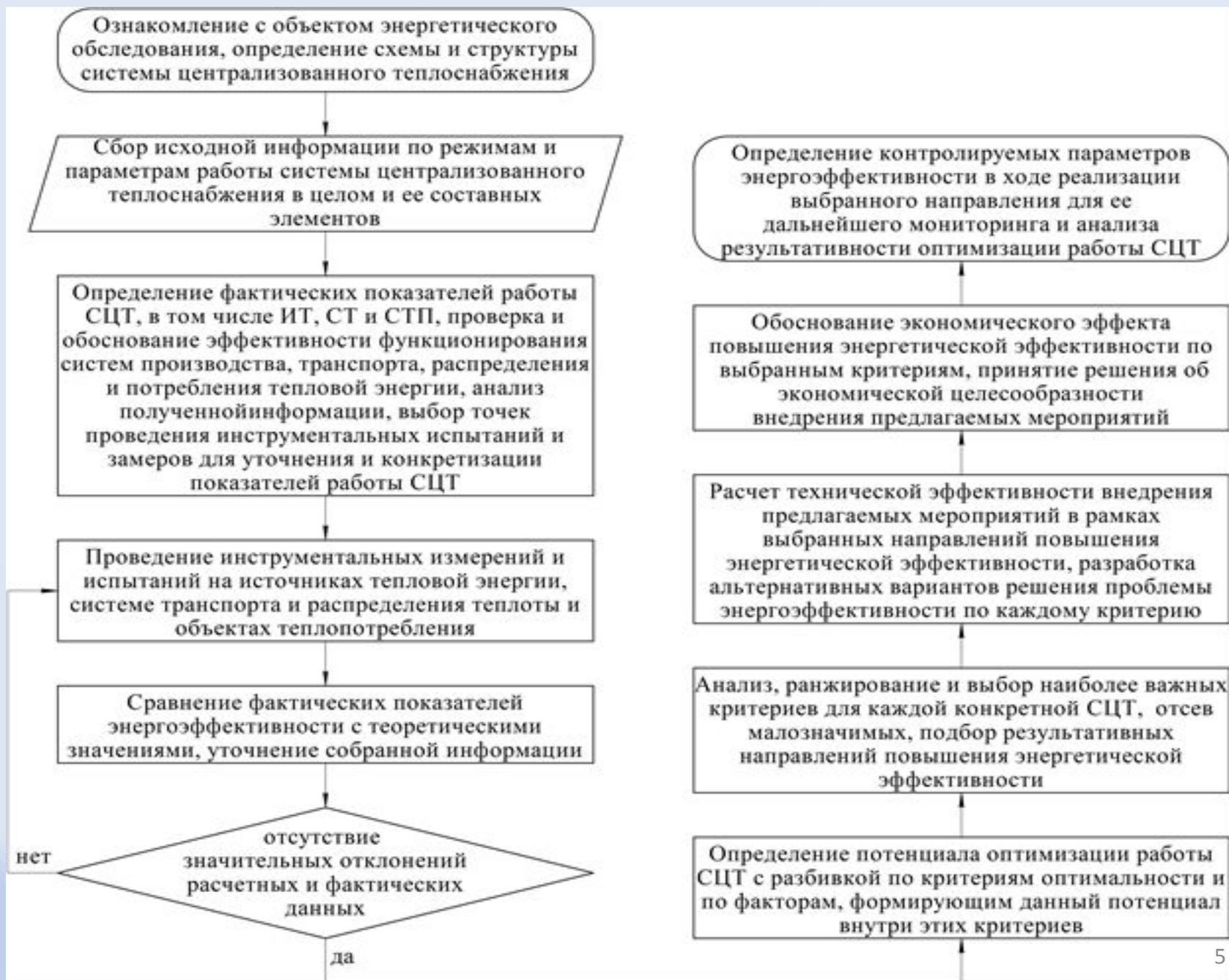
Аспирант кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»

Карев Дмитрий Сергеевич

Доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»

Мельников Владимир Михайлович

Для разработки оптимизационной модели существующей системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) с целью выработки мер по повышению энергетической эффективности ее работы необходимо произвести обследование и сбор данных о фактических показателях работы СЦТ на данном этапе. Для осуществления энергетического обследования предлагается следующий алгоритм:



1 Общая постановка задачи

Требуется рассчитать температурное поле и теплопотери для одиночного трубопровода при воздушной прокладке или проложенного бесканально в грунте.

Уравнение теплопроводности, описывающее распространение тепла в материале трубы и грунте — это уравнение в частных производных

$$C\rho\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda\nabla T), \quad \mathbf{r} \in \Omega, t \geq 0, \quad (1)$$

где $T = T(\mathbf{r}, t)$ — поле температуры, \mathbf{r} — радиус-вектор, $\mathbf{r} = xe_1 + ye_2 + ze_3$ в декартовой системе координат, t — время, C — теплоёмкость, ρ — плотность, λ — коэффициент теплопроводности, ∇ — символический вектор Гамильтона, $\nabla = \mathbf{e}_1\frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{e}_2\frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{e}_3\frac{\partial}{\partial z}$ в декартовой системе координат, таким образом ∇ — градиент, а $\nabla \cdot$ — дивергенция, \cdot — скалярное произведение векторов. Т. е. в декартовой системе координат

$$C\rho\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right).$$

Уравнение (1), рассматриваемое в некоторой ограниченной пространственной области Ω для моментов времени $t \geq 0$, необходимо дополнить начальными данными

$$T(\mathbf{r}, 0) = T_0(\mathbf{r}), \quad \mathbf{r} \in \Omega, \quad (2)$$

- $T_{int} = 0.000 + 0.000 i$
- $T_{ext} = 1.000 + 0.000 i$
- $\omega = 1.745329e-003$ - круговая частота изменения температуры
- $P = 2 * \pi / \omega = 3600.0 \text{ сек} = 0 \text{ суток } 01 \text{ час } 00 \text{ мин } 00.0 \text{ сек}$ - период изменения температуры
- $f = 1/P = \omega / (2 * \pi) = 2.777778e-004$ - частота колебаний температуры в герцах
- #####
- $0.000000000000 + 0.000000000000 i$
- $0.4516525959712 - 0.0002108387541 i$
- $0.4739262011658 - 0.0002156547110 i$
- $0.4961709362131 - 0.0002196481372 i$
- $0.5183868758652 - 0.0002227817905 i$
- $0.5405740945828 - 0.0002250185237 i$
- $0.5627326665366 - 0.0002263212842 i$
- $0.5848626656088 - 0.0002266531132 i$
- $0.6069641653946 - 0.0002259771457 i$
- $0.6290372392034 - 0.0002242566100 i$
- $0.6510819600601 - 0.0002214548271 i$
- $0.6730984007071 - 0.0002175352103 i$
- $0.6950866336049 - 0.0002124612649 i$
- $0.7170467309341 - 0.0002061965881 i$
- $0.7389787645963 - 0.0001987048678 i$
- $0.7608828062157 - 0.0001899498828 i$
- $0.7827589271405 - 0.0001798955026 i$
- $0.8046071984440 - 0.0001685056861 i$
- $0.0228671679349 - 0.0000132956836 i$

ФГБОУ ВПО

Владимирский государственный университет

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ
ОЦЕНКА НАПРАВЛЕНИЙ
ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Аспирант кафедры «Информационные системы и информационный менеджмент»

Мокроусов Валерий Сергеевич

Докторант кафедры «Информационные системы и информационный менеджмент»

Мельников Владимир Михайлович

Цель работы. Повышение энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения промышленных предприятий.

Задачи.

1. Разработка модели описания направлений по энергосбережению в виде специализированного графа.
2. Построение методик по оценке потенциала энергосбережения системы теплоснабжения и формирование состава показателей многокритериальной оценки мероприятий.
3. Разработка математической модели оптимизации технологических потерь при передаче тепловой энергии.
4. Построение методик выбора оптимального решения на основе применения метода анализа иерархий и метода анализа среды функционирования.
5. Проведение экспериментальных исследований по определению экономии теплоэнергии на ОАО «Владимирский химический завод».

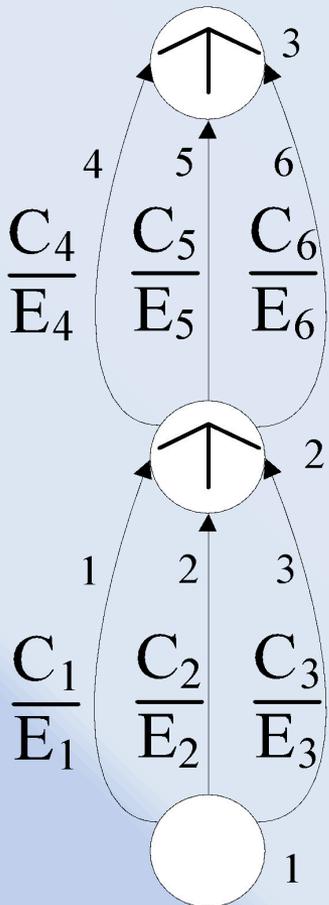


Среди основных задач ЭО можно выделить:

- установление фактического состояния энергопотребления и энергоиспользования на предприятии;
- определение рационального энергопотребления при генерировании и транспортировке энергии, а также в производственных процессах и установках;
- выявление причин возникновения потерь, определение значений и резервов экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР);
- разработка рекомендаций по повышению эффективности использования ТЭР.

Специализированный граф системы теплоснабжения предприятия

Для представления мероприятий по энергосбережению в виде удобном для поиска решения задачи оптимизации значения потерь теплоэнергии удобно использовать специализированный граф.



Вершины: 1 - выход тепловой энергии;
2 - отопительный прибор, как приемник;
3 - тепловой узел здания.

Дуги: 1. замена чугунного отопительного прибора на биметаллический радиатор;
2. промывка радиатора отопления;
3. окраска отопительного прибора в темный цвет.
4. установка терморегуляторов на радиаторах отопления
5. замена стальных трубопроводов на полипропиленовые;
6. установка балансировочных клапанов на стояках отопления.

Каждое из этих мероприятий имеет свои затраты - **С** (стоимость внедрения мероприятия) и свой эффект - **Е**.

Математическая модель оптимизации потерь тепловой энергии

$$\left\{ \begin{array}{l} D = D_1 \cap D_2 \\ F(x) = \sum_{i=1}^n E_1(i) \cdot x_1(i) + \sum_{i=1}^m E_2(i) \cdot x_2(i) \longrightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n C_1(i) \cdot x_1(i) + \sum_{i=1}^m C_2(i) \cdot x_2(i) \leq K \end{array} \right.$$

D_1, D_2 - множества мероприятий по энергосбережению

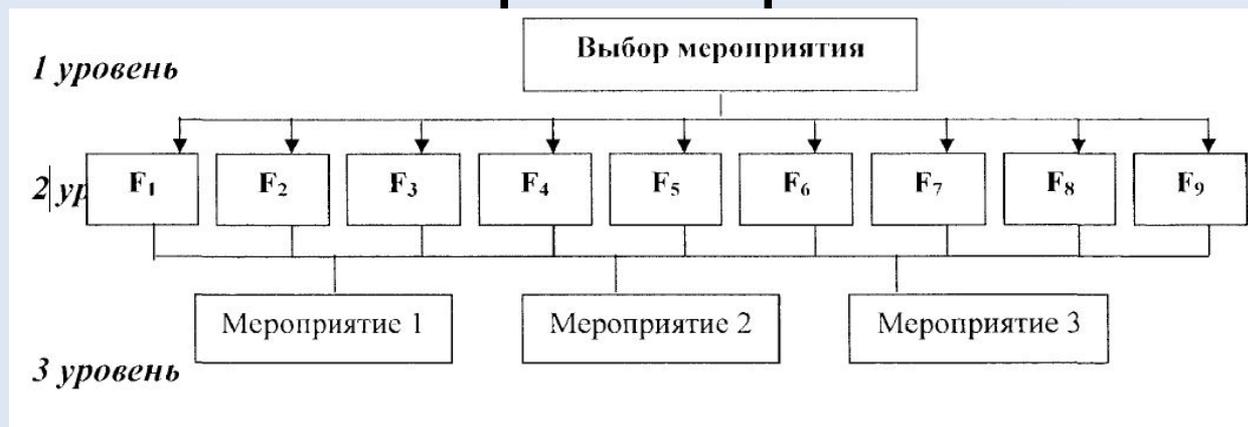
$E_1(i), E_2(i)$ - эффекты от внедрения мероприятий множества D_1, D_2

$C_1(i), C_2(i)$ - стоимости внедрения мероприятий множества D_1, D_2

$x_1(i), x_2(i)$ - элементы которых $x_i=1$, если мероприятие с номером i будет выбрано для внедрения, в противном случае (мероприятие не выбрано) $x_i=0$

K – сумма финансирования мероприятий по энергосбережению

Показатели эффективности мероприятий по энергосбережению



Иерархия общей оценки мероприятий

- F₁ – капитальные затраты (стоимость);
- F₂ – величина экономии тепловой энергии;
- F₃ – эксплуатационные расходы;
- F₄ – длительность работ по внедрению;
- F₅ – удобство в эксплуатации;
- F₆ – долговечность;
- F₇ – повышение надежности;
- F₈ – снижение времени обслуживания и ремонта оборудования;
- F₉ – требования к квалификации обслуживающего персонала.

ФГБОУ ВПО

Владимирский государственный университет

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ НА
ТЕМПЕРАТУРУ В ОТАПЛИВАЕМОМ
ПОМЕЩЕНИИ

Аспирант кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»

Рожков Алексей Александрович

Доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика»

Мельников Владимир Михайлович

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОТРЕБИТЕЛЮ В УЗЛЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АБОНЕНТА К ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Решение задачи энергоэффективного регулирования необходимо разложить на две составляющие:

1. **Точное** определение количества тепловой энергии необходимого для поддержания комфортных условий (температуры внутреннего воздуха) в отапливаемом помещении, вызванного изменением окружающих условий (температуры наружного воздуха).

2. Подать в систему теплоснабжения **минимальное** количество тепловой энергии, необходимое для поддержания комфортных условий в помещении на требуемых условиях.

- Такой подход направлен на достижение более тонкого и эффективного регулирования тепловой энергии, позволяющего постоянно поддерживать комфортные условия в отапливаемом помещении, а также экономить тепловую энергию, исключая явления «недотоп» и «перетопов» потребителей.

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{G}{c} \left(\frac{k}{\Delta \tau_1} + \frac{(1-k)}{\Delta \tau_2} \right) \frac{d}{dt} = \frac{G}{c} \left(\frac{1}{\Delta \tau_1} \frac{dk}{dt} + \frac{1}{\Delta \tau_2} \frac{d(1-k)}{dt} \right) = \frac{G}{c} \left(\frac{1}{\Delta \tau_1} \frac{dk}{dt} - \frac{1}{\Delta \tau_2} \frac{dk}{dt} \right)$$

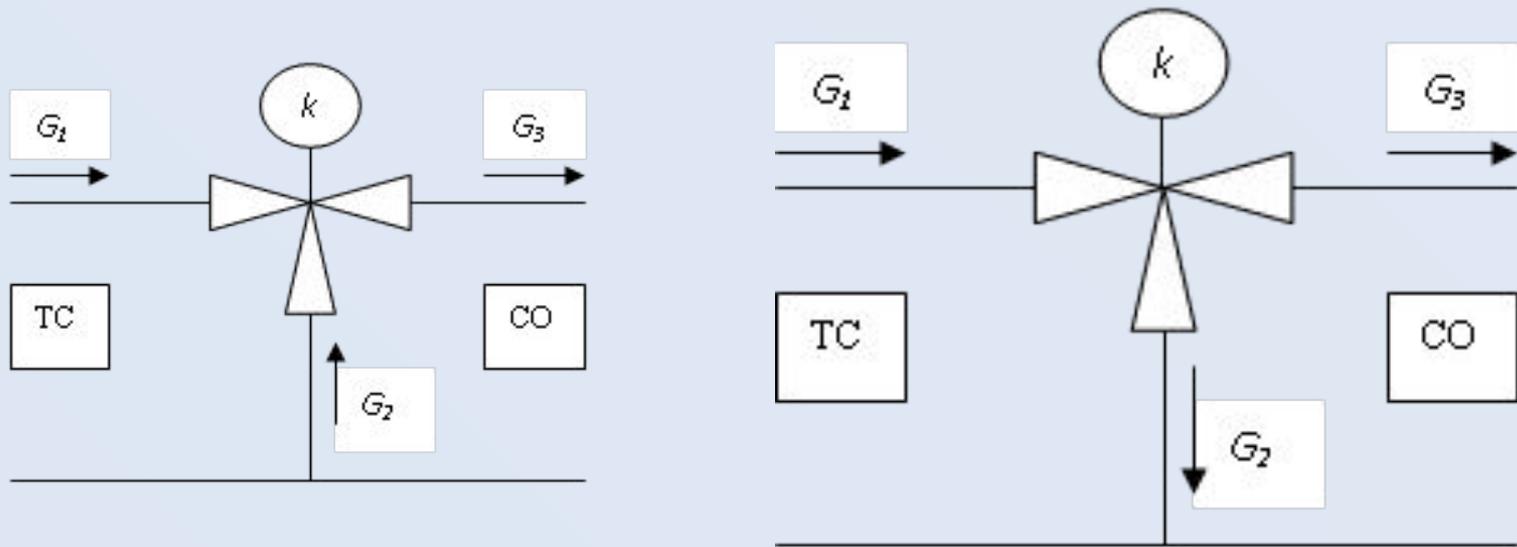


Рис.2 Фрагменты схемы подключения внутренней системы отопления к тепловой сети

a – качественное регулирование; *б* – количественное регулирование

Обозначения: - количество тепловой энергии [Вт], переносимой теплоносителем при изменении его температуры на [0С] при расходе [м³/ч]; - коэффициент удельной теплоемкости [Вт ч/кг 0С]. Индексами 1,2,3 обозначим, соответственно, параметр

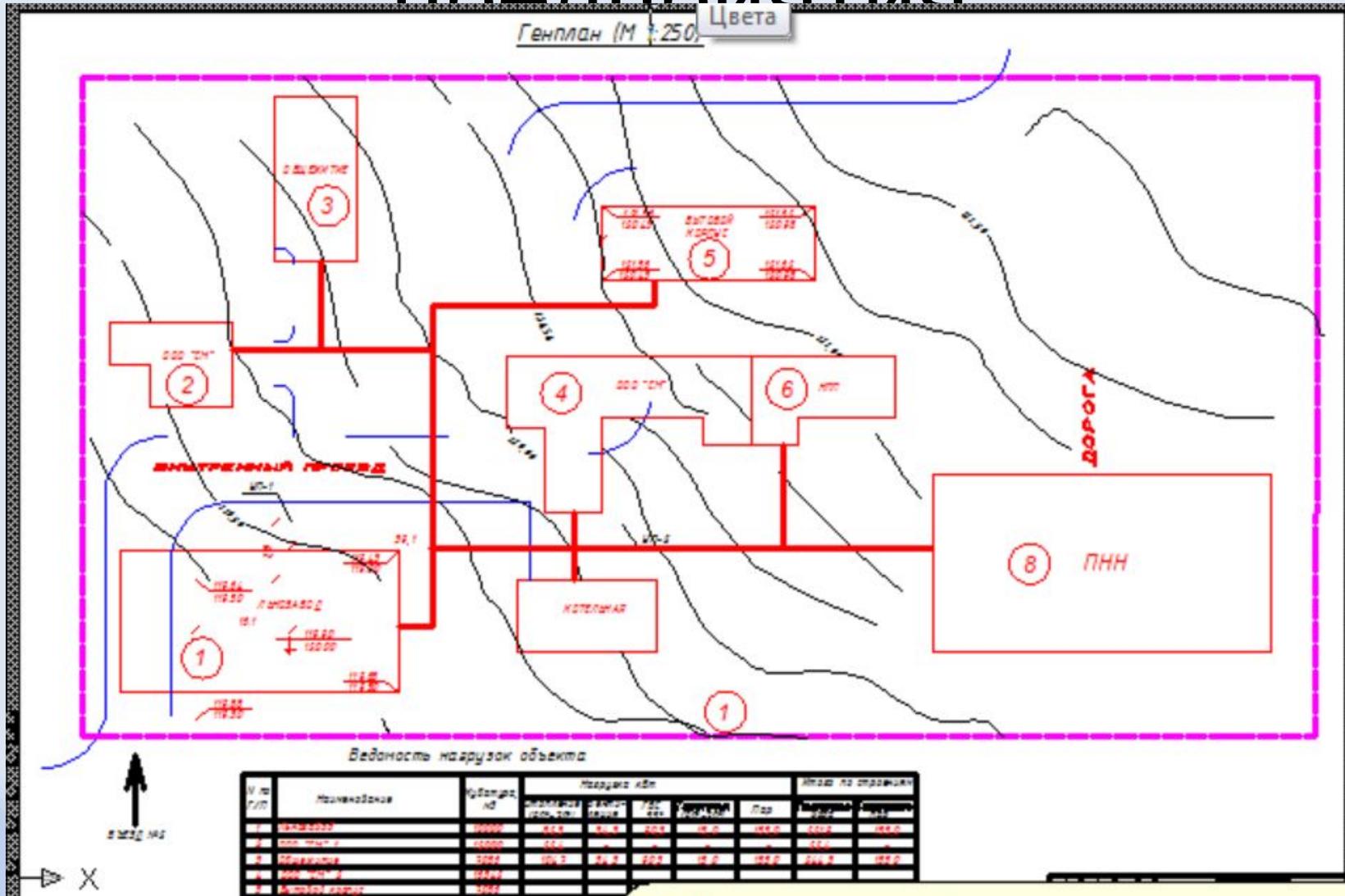
ФГБОУ ВПО

Владимирский государственный университет

Создание энергетической модели предприятия льняных тканей

Балашов Евгений, Курникова Анастасия,
Рачков Максим, студенты гр. ТГВ-108
Доцент кафедры ТГВиГ Мельников В.М.

Генеральный план предприятия



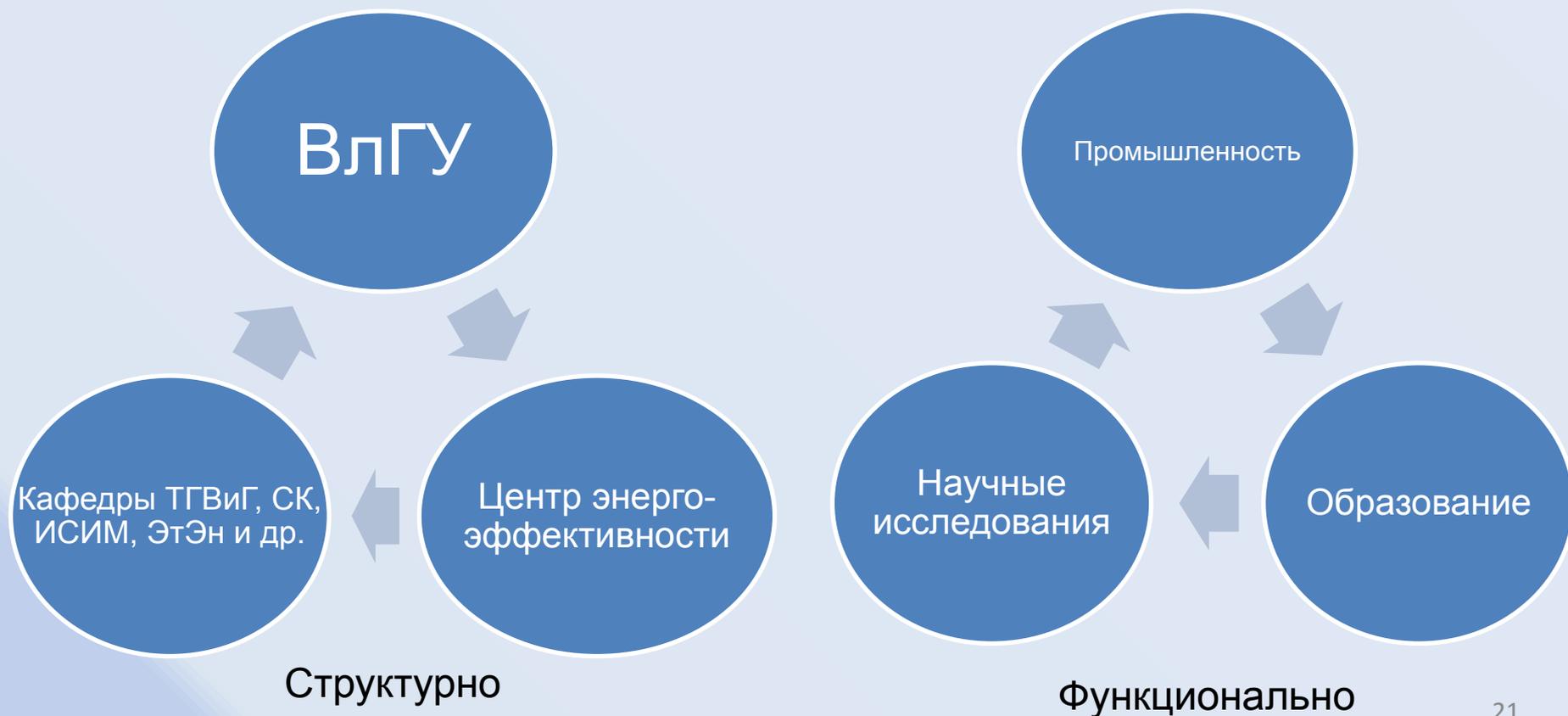
Направления исследования

1. Режимные карты котлового оборудования
2. Разработка и патентование утилизирующего котла для горячего водоснабжения
3. Создание структурной схемы инженерных сетей предприятия
4. Исследование энергоэффективности предприятия
5. Построение модели энергетических потоков



Идеология проекта

- Потребности современных высокотехнологичных предприятий и задачи ВУЗа в области энергоаудита совпадают
- ВлГУ создал центр энергоэффективности (приказ от 09 февраля 2012 года, руководитель Рощина С.И.) и формирует профессиональную команду;
- ВУЗ (ВлГУ) обладает обширной научной и технической базой с богатой историей, опытом, наработками в областях, связанных с направлением «Энергоэффективность»



Спасибо за внимание