

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ПОСОБИЕ

**по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-43 01 05
«Промышленная теплоэнергетика»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2021

УДК 001.895:621.1(075.8)
ББК 31.3я73
О-75

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 9 от 23.06.2020 г.)*

Составитель *А. В. Овсянник*

Рецензент: зав. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *А. О. Добродей*

О-75 **Основы** научных исследований и инновационной деятельности : пособие по одному. дисциплине для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» днев. и заоч. форм обучения / сост. А. В. Овсянник. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 74 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Охватывает широкий круг вопросов, связанных с научными исследованиями, методикой проведения экспериментального исследования, инновационной деятельностью, что позволит студентам овладеть навыками проведения научно-исследовательской работы, постановки научного эксперимента и оформления результатов научной работы, а также изучить инновационные технологии в энергетике.

Для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» дневной и заочной форм обучения.

УДК 001.895:621.1(075.8)
ББК 31.3я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2021

ЛЕКЦИЯ 1

Научные исследования

1. ПОНЯТИЕ НАУКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК.
2. НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
3. НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА
4. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
5. ЭТАПЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. ПОНЯТИЕ НАУКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК

Понятие науки. Понятие "наука" имеет несколько основных значений.

(1) Наука – это сфера человеческой деятельности, направленная на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира.

(2) Наука – это результат такой деятельности – система полученных научных знаний.

(3) Наука – это одна из форм общественного сознания, социальный институт. В этом значении она представляет собой систему взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также включает системы научной информации, норм и ценностей науки и т.п.

Непосредственными **целями науки** являются:

- (1) получение знаний об объективном и о субъективном мире,
- (2) постижение объективной истины.

Задачи науки:

- (1) сбор, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- (2) обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- (3) систематизация полученных знаний;
- (4) объяснение сущности явлений и процессов;
- (5) прогнозирование событий, явлений и процессов;
- (6) установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Классификация наук. Наибольшую известность получила классификация наук, данная Ф. Энгельсом в "Диалектике природы".

Исходя из развития движущейся материи от низшего к высшему, он выделил механику, физику, химию, биологию и социальные науки.

На этом же принципе субординации форм движения материи основана классификация наук Б.М. Кедрова. Он различал шесть основных форм движения материи: субатомно-физическую, химическую, молекулярно-физическую, геологическую, биологическую и социальную.

В настоящее время в зависимости от сферы, предмета и метода познания различают науки:

- (1) о природе – естественные;
- (2) об обществе – гуманитарные и социальные;
- (3) о мышлении и познании – логика, гносеология, эпистемология, герменевтика и др.

В Перечне специальностей, по которым проводится защита диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, присуждения научных степеней и присвоения ученых званий выделены следующие отрасли наук:

- (1) физико-математические,
- (2) химические,
- (3) биологические,**
- (4) геологические,
- (5) технические,
- (6) сельскохозяйственные,
- (7) исторические,
- (8) экономические,
- (9) философские,
- (10) филологические,
- (11) географические.
- (12) юридические,
- (13) педагогические,
- (14) медицинские,
- (15) фармацевтические,
- (16) ветеринарные,
- (17) искусствоведение,
- (18) архитектура,
- (19) психологические,
- (20) военные,
- (21) национальная безопасность,

- (22) социологические,
- (23) политические,
- (24) физическое воспитание и спорт,
- (25) государственное управление.

Существуют и другие классификации наук. Например, в зависимости от связи с практикой науки делят на *фундаментальные*, которые выясняют основные законы объективного и субъективного мира и прямо не ориентированы на практику, и *прикладные*, которые направлены на решение технических, производственных, социально-технических проблем.

В статистических сборниках обычно выделяют следующие *секторы науки*: академический, отраслевой, вузовский и заводской.

2 Научное исследование

Цель научного исследования — всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство (практику) полезных для человека результатов.

Любое научное исследование имеет свой объект и предмет. ***Объектом*** научного исследования является материальная или идеальная система. ***Предмет*** — это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т.д.

Научные исследования классифицируются:

1. по видам связи с общественным производством и степени важности для народного хозяйства;
2. целевому назначению;
3. источникам финансирования
4. длительности ведения исследования.

1. По видам связи с общественным производством научные исследования подразделяются на:

- работы, направленные на создание новых технологических процессов, машин, конструкций,
- повышение эффективности производства,
- улучшение условий труда,
- развитие личности человека и т.п.

2. По целевому назначению выделяют три вида научных исследований:

фундаментальные,
прикладные
разработки.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание, новых принципов исследования.

Их целью является расширение научного знания общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека.

Прикладные исследования направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности.

Цель — установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека.

Прикладные исследования, в свою очередь, подразделяются на:

- поисковые работы,
- научно-исследовательские работы (НИР)
- опытно-конструкторские работы (ОКР).

Поисковые исследования направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предложенных в результате фундаментальных исследований.

В результате ***научно-исследовательских работ*** создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п.

Целью ***опытно-конструкторских работ*** является подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции.

Разработки

В результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация, ненаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называется разработкой. Она направлена на создание новой техники, материалов, технологии или совершенствование существующих. Конечной целью

разработки является подготовка материалов прикладных исследований к внедрению.

3. В зависимости от источника финансирования научные исследования делят на

- госбюджетные;
- хоздоговорные;
- не финансируемые.

Госбюджетные научные исследования финансируются из средств государственного бюджета. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками на основе хозяйственных договоров. Такие организации могут быть как производственные, так и научно-исследовательские.

Не финансируемые исследования выполняются по договорам о социалистическом сотрудничестве.

В теории познания выделяют *два уровня* исследования: **теоретический и эмпирический.**

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления.

Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным.

Структурными компонентами теоретического познания являются *проблема, гипотеза и теория.*

Проблема – это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью.

Различают проблемы *неразвитые* (предпроблемы) и *развитые.*

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- (1) они возникли на базе определенной теории, концепции;
- (2) это трудные, нестандартные задачи;
- (3) их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- (4) пути решения проблемы не известны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Гипотеза есть требующее проверки и доказательства предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов.

Научная гипотеза имеет следующие *характерные свойства*:

(1) *релевантность*, т.е. относимость к фактам, на которые она опирается;

(2) *проверяемость* опытным путем, *сопоставляемость* с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);

(3) *совместимость* с существующим научным знанием;

(4) гипотеза должна обладать *объяснительной* силой – из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большой объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов;

(5) *простота* – гипотеза не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Различают гипотезы *описательные*, *объяснительные* и *прогнозные*.

Описательная гипотеза – это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта.

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях.

Прогнозная гипотеза – это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Теория – это логически организованное знание, концептуальная система знаний, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности. Она обладает следующими свойствами:

(1) Теория представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности.

(2) Теория – это целостная система достоверных знаний.

(3) Теория не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости.

(4) Все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируют *по предмету исследования*.

Различают социальные, математические, физические, химические, психологические, этические и прочие теории. Существуют и другие классификации теорий.

В современной методологии науки выделяют следующие *структурные элементы теории*:

(1) исходные основания – понятия, законы, аксиомы, принципы и т.д.;

(2) идеализированный объект – теоретическая модель какой-то части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;

(3) логика теории – совокупность определенных правил и способов доказывания;

(4) философские установки и социальные ценности;

(5) совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Структуру теории образуют *понятия, суждения, законы, научные положения, учения, идеи* и другие элементы.

Понятие – это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Категория – это общее, фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства и отношения предметов и явлений.

Категории бывают философскими, общенаучными и относящимися к отдельной отрасли науки.

Научный термин – это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке.

Совокупность понятий (терминов), которые используются в определенной науке, образует ее *понятийный аппарат*.

Принцип – это руководящая идея, основное исходное положение теории. Принципы бывают теоретическими и методологическими.

Аксиома – это положение, которое является исходным, недоказываемым и из которого по установленным правилам выводятся другие положения.

Закон – это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами.

Законы могут быть *классифицированы* по различным основаниям.

Так, по основным сферам реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия – всеобщие, общие и частные.

Закономерность – это:

- (1) совокупность действия многих законов;
- (2) система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон.

Положение – это научное утверждение, сформулированная мысль.

Учение – это совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности.

Идея – это:

- (1) новое интуитивное объяснение события или явления;
- (2) определяющее стержневое положение в теории.

Концепция – это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей (научными идеями). Теоретические концепции обуславливают существование и содержание многих правовых норм и институтов.

Эмпирический уровень исследования характеризуется преобладанием чувственного познания (изучения внешнего мира посредством органов чувств). На этом уровне формы теоретического познания присутствуют, но имеют подчиненное значение.

Взаимодействие эмпирического и теоретического уровней исследования заключается в том, что:

- (1) совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы;
- (2) факты могут подтверждать теорию или опровергать ее;
- (3) научный факт всегда пронизан теорией, поскольку он не может быть сформулирован без системы понятий, истолкован без теоретических представлений;
- (4) эмпирическое исследование в современной науке предопределяется, направляется теорией.

Структуру эмпирического уровня исследования составляют *факты*, эмпирические *обобщения* и *законы* (зависимости).

Понятие "*факт*" употребляется в нескольких значениях:

- (1) объективное событие, результат, относящийся к объективной реальности (факт действительности) либо к сфере сознания и познания (факт сознания);

(2) знание о каком-либо событии, явлении, достоверность которого доказана (истина);

(3) предложение, фиксирующее знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Эмпирическое обобщение – это система определенных научных фактов.

Эмпирические законы отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

3. Научное направление. Научная проблематика

Научное направление - наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования.

Структурными единицами научного направления являются:

- комплексные проблемы;
- проблемы,
- темы
- научные вопросы.

Комплексная проблема представляет собой **совокупность проблем**, объединенных единой целью.

Проблема — это совокупность сложных теоретических и практических задач, решения которых назрели в обществе. Проблема может быть глобальной, национальной, региональной, отраслевой, межотраслевой, что зависит от масштаба возникающих задач.

Тема научного исследования является составной частью проблемы. В результате исследований по теме получают ответы на определенный круг научных вопросов, охватывающих часть проблемы.

Научные вопросы – мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной теме научного исследования

1) *Формулирование* проблемы.

– Проблема возникает тогда, когда старое знание уже не способно, а новое еще не развилось настолько, чтобы давать ответы на возникающие вопросы.

– Проблема в науке – это спорная ситуация, которая требует своего разрешения.

– Правильная формулировка проблемы – это половина успеха, поскольку это означает умение *отделить главное от второстепенного* и разделить то, что известно от того, что неизвестно по теме исследования, а это определяет стратегию поиска.

– На основе анализа противоречий исследуемого направления формулируют основной вопрос-проблему и определяют в общих чертах ожидаемый результат

2) Разработка *структуры* проблемы:

– разделяют проблему на темы, подтемы, вопросы;

– по каждому из этих компонентов определяют ориентировочную область и объем предстоящих исследований.

3) Определение *актуальности тем* – их ценность на данный момент для прогресса науки и техники.

Актуальность исследования – это ответ на вопрос, почему данное исследование необходимо проводить именно сейчас, а не потом.

4) Тема должна иметь *научную новизну*.

Это означает, что:

– тема в такой постановке никогда не разрабатывалась и

– тема *в настоящее время не разрабатывается*, т.е. *дублирование исключается*

При выборе темы научного исследования новизна должна быть *не инженерной, а научной*, т.е. принципиально новой.

5) Тема должна быть *экономически эффективной*.

Это означает, что предложенные в результате научного исследования решения должны быть эффективнее уже существующих решений.

6) Тема должна иметь *практическую значимость*.

Практическая значимость определяется возможностью использования результатов научного исследования для решения актуальных проблем и задач как на производстве, так и в смежных или междисциплинарных исследованиях.

7) Тема должна соответствовать профилю научного коллектива (организации).

4. Оценка перспективности научно-исследовательской работы

Основные виды эффективности научных исследований:

1. экономическая эффективность – рост национального дохода, повышение производительности труда, качества продукции, снижение затрат на научные исследования;
2. укрепление обороноспособности страны;
3. социально-экономическая эффективность – ликвидация тяжелого труда, улучшение санитарно-гигиенических условий труда, очистка окружающей среды и т.д.;
4. престиж отечественной науки.

Различают три вида экономического эффекта: **предварительный, ожидаемый и фактический.**

Предварительный экономический эффект устанавливается при обосновании темы научного исследования и включении ее в план работ.

Таблица 1 – Вариант оценочной системы

Критерий перспективности тем	Шкала критериев	Баллы
Актуальность темы	Неактуальна	- 2
	Частично актуальна	- 1
	Актуальна	+ 1
	Актуальна	+ 2
	Очень актуальна	+ 2
Продолжительность разработки	Более трех лет	- 2
	2-3 года	- 1
	1-2 года	+ 1
	Менее года	+ 2
Возможность внедрения	Очень трудно	- 2
	Трудно	- 1
	Легко	+ 1
	Очень легко	+ 2
Ожидаемый экономический эффект, руб. (на 1 руб. затрат)	Менее 1 руб.	- 2
	1-2 руб.	- 1
	2-5 руб.	+ 1
	Более 5 руб.	+ 2

Фундаментальные теоретические исследования трудно оценить количественными критериями эффективности. Обычно можно установить только качественные критерии:

1. возможность широкого применения результатов исследований в различных отраслях народного хозяйства страны;
2. новизна явлений, дающая большой толчок для принципиального развития наиболее актуальных исследований;
3. существенный вклад в обороноспособность страны;
4. приоритет отечественной науки;
5. отрасль, где могут быть начаты прикладные исследования;
6. широкое международное признание работ;
7. фундаментальные монографии по теме и цитируемость их учеными различных стран.

5. Этапы научно-технического исследования

Исходным обязательным документом для проведения научно-технического исследования является техническое задание, определяющее цель, содержание, порядок работ, а также намечаемый способ реализации результатов исследования.

Можно выделить следующие основные этапы научно-технического исследования:

- информационный поиск и составление методики исследования;
1. предварительную разработку исследования;
 2. подготовку и проведение экспериментальной части исследования;
 3. обработку данных эксперимента, анализ и обобщение результатов;
 4. оформление результатов;
 5. внедрение законченных разработок в промышленность.

1. Информационный поиск и составление методики исследования

На первом этапе прежде всего производится сбор информации, касающейся условий и методики решения задач данного класса. Источники информации, представленные в виде научных статей, отчетов, рефератов, аннотаций, патентов и т. п., подвергаются всестороннему анализу для подготовки реферата о состоянии вопроса в исследуемой области. Результаты анализа удобнее всего оформлять

в виде картотеки. При этом необходимо иметь три вида картотек, которые описаны ниже.

1. Картотека источников, сходная с библиотечной картотеккой.
2. Картотека рефератов и аннотаций.
3. Картотека конспектов.

2. Предварительная разработка исследования

На этом этапе обосновывается и формулируется предварительная (рабочая) гипотеза, а также осуществляется ее информационное и логико-математическое развитие с получением выводов, соотношений, формул.

При построении информационной (описательной) модели процесса или устройства устанавливаются причинно-следственные связи между характеристиками объекта исследования.

После выбора и обоснования математического аппарата информационная модель переводится на математический язык и составляется математическая модель.

В результате анализа рабочей модели необходимо выявить влияние различных факторов на функционирование объекта, определить конкретные процессы и характеристики, которые предстоит исследовать экспериментальным путем.

Этап заканчивается выдачей технического задания на проектирование экспериментальной установки, на базе которого производится разработка самого проекта.

3. Подготовка и проведение экспериментальной части исследования

Вначале реализуется проект экспериментальной установки, т.е. установка изготавливается, монтируется и налаживается. Далее установка оснащается необходимой измерительной аппаратурой. При этом условия измерений, перечень измеряемых величин, места установки приборов и их характеристики (погрешность, быстродействие и др.) должны соответствовать методике исследований.

Одновременно с подготовкой экспериментальной установки оформляется конкретный план эксперимента.

Этап заканчивается оформлением результатов эксперимента в виде протокола экспериментального исследования.

4. Обработка экспериментальных данных, анализ и обобщение результатов

Любой эксперимент должен заканчиваться обработкой полученных данных и представлением результатов в виде таблиц, графиков, формул статистических оценок, а также в виде словесных описаний.

После обработки результатов эксперимента производится проверка и (в случае необходимости) коррекция первоначальной гипотезы. Затем оцениваются и объясняются расхождения между результатами первоначальной разработки исследования и его экспериментальной части.

Этап заканчивается формулированием новых фактов и законов, теоретических и практических выводов, объяснений и научных предсказаний.

5. Оформление результатов исследования

Материалы, полученные при проведении научно-технического исследования, должны быть обработаны, систематизированы и помещены в отчет.

К нему предъявляются следующие общие требования:

- четкость построения;
- логическая последовательность изложения материалов;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающая возможность субъективного и неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Обычно принимается следующая структура отчета:

1. Титульный лист.
2. Список исполнителей.
3. Реферат.
4. Оглавление (содержание).
5. Перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов.
6. Введение.
7. Основное содержание отчета.
8. Заключение.
9. Список использованных источников.
10. Приложение.

Успешно законченное научно-техническое исследование обязательно содержит оригинальные результаты, представляющие интерес для широкого круга специалистов данной отрасли. В связи с

этим целесообразно опубликование наиболее интересного материала в виде статьи или монографии.

В статье излагаются результаты, полученные по конкретному вопросу, имеющему определенно-научное и практическое значение. Статья публикуется в научных, научно-технических и производственных журналах и сборниках.

Монография – это научный труд, посвященный разработке одной темы или ограниченного круга вопросов, принадлежащий одному или нескольким авторам, которые придерживаются одной точки зрения.

6. Внедрение законченных разработок в промышленность

Этот этап является завершающим в научно-техническом исследовании. В данном случае под внедрением понимается передача промышленности научной продукции. Последняя может быть в форме отчета о научно-техническом исследовании, рекомендаций, инструкций, методики (расчетов, измерений, испытаний), алгоритмов и программ вычислений, технического задания на разработку нового процесса (устройства, системы), разработки режимов и регламентов и т. п.

Процесс внедрения научной продукции в производство обычно состоит из двух этапов – опытно-промышленного и серийного внедрения.

ЛЕКЦИЯ 2

Методология теоретических и экспериментальных исследований

1. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2. ЗАДАЧИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО

ПОЗНАНИЯ

4. МЕТОДОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5. МЕТОДЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО

ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

ЭКСПЕРИМЕНТА

6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

ЭКСПЕРИМЕНТА

1. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Понятие *метод* (от греческого слова "методос" - путь к чему-либо) означает совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности.

Метод конкретизируется в методике. *Методика* — это конкретные приемы, средства получения и обработки фактического материала. Она производна от методологических принципов и основана на них.

Существует целая область знания, которая специально занимается изучением методов и которую принято именовать *методологией*.

Методы подразделяют на несколько уровней:

- *эмпирический уровень*, на нем применяют наблюдение, сравнение, счет, измерение и др., при этом происходит накопление фактов и их описание;

- *экспериментальный* (теория, гипотеза) – эксперимент, анализ-синтез, индукция-дедукция, моделирование, логический метод. На этом уровне осуществляется также описание-накопление фактов и их проверка;

- *теоретический* – абстрагирование, идеализация, формализация, анализ-синтез, индукция-дедукция, аксиоматика,

обобщение. На этом уровне проводится логическое исследование собранных фактов, выработка понятий, суждений, умозаключений. Соотносятся ранние научные представления с возникающими новыми, создаются теоретические обобщения;

- *метатеоретический* – это диалектический метод и метод системного анализа. Этими методами используются сами теории, разрабатываются пути из построения, устанавливающие границы из применения.

2. ЗАДАЧИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель – выявление существующих связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирических исследований, выявление общих закономерностей и их формализация.

Структурно любая задача включает условия и требования.

Условия – это определенная информационная система, из которой следует исходить при решении задачи.

Требования – это цель, к которой нужно стремиться в результате решения. Условия и требования могут быть исходными, привлеченными и искомыми.

Исходные – даются в первоначальной формулировке задачи (исходные данные). Если их недостаточно для решения, то привлекают новые – привлеченные.

Искомые – это, которые требуется отыскать в процессе решения задачи.

Типы теоретических задач:

- обобщение результатов исследований, нахождение общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных;
- расширение результатов исследований на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;
- изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования;
- повышение надежности экспериментального исследования объекта (обоснования параметров и условий наблюдения, точности измерений).

3. ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

Абстракция – это метод научного исследования, основанный на отвлечении от несущественных сторон и признаков рассматриваемого объекта. Абстракция позволяет упростить технический объект или процесс, заменить его моделью, т.е. другим эквивалентным в определенном смысле объектом (исходя из условий задачи) и исследовать эту модель.

Различают три типа абстракции:

Изолирующая абстракция производится для вычленения и четкой фиксации исследуемого объекта по существенным признакам.

Обобщающая абстракция применяется для получения общей картины процесса или явления.

Идеализирующая абстракция заключается в замещении реального объекта идеализированной схемой для упрощения процесса его изучения.

Сравнение – это операция мышления, направленная на установление сходства или различия изучаемых объектов по каким-либо признакам. В основе операции лежит классификация сравниваемых понятий.

Операция сравнения может выполняться только для однородных объектов, входящих в определенный класс. Формирование такого класса объекта, а также определение состава существенных и отличительных признаков сравнения в ряде случаев представляет собой достаточно сложную интеллектуальную задачу.

Индукция (лат. *induction* – наведение) – операция мышления, основанная на обобщении эмпирической информации об устойчивой повторяемости признаков ряда явлений. Индуктивные умозаключения позволяют от отдельных фактов перейти к общему знанию.

В зависимости от полноты и законченности эмпирического исследования различают полную и неполную индукцию.

При ***полной индукции*** на основе повторяемости признаков у каждого явления (объекта), относящегося к определенному классу, заключают о принадлежности этого признака всему классу.

При ***неполной индукции*** на основе повторяемости признака у некоторых явлений, относящихся к определенному классу, заключают о наличии этого признака у всего класса явлений.

Дедукция (лат. *deduction* – выведение) – операция мышления, заключающаяся в том, что на основании общего знания выводятся

частные положения. Дедуктивные умозаключения обладают высокой степенью доказательности и убедительности.

Дедуктивные рассуждения (от известных общих закономерностей) могут приводить к эффективным частным решениям.

Анализ (греч. analysis – разложение, расчленение) – процедура разложения объекта (предмета, явления, процесса) на составные части. Особую специфику представляет анализ технического объекта (ТО). Этому вопросу будет уделено особое внимание.

При анализе ТО можно выделить два подхода:

1. мысленное или реальное расчленение объекта на составные элементы. При этом выявляется структура объекта, т.е. состав элементов и отношения между ними, исследуются причинно-следственные связи между элементами.

2. расчленение свойств и отношений объекта на составляющие свойства и отношения. При этом одни из них подвергаются дальнейшему анализу, а от других отвлекаются. Затем подвергаются анализу те свойства, от которых отвлекались. Изолирующая абстракция является частным случаем такого анализа.

Синтез (греч. synthesis – соединение, сочетание, составление) – метод научного исследования какого-либо объекта, явления, состоящий в познании его как единого целого, в единстве и взаимной связи его частей.

Синтез, с одной стороны, является методом познания, с другой – это метод практической деятельности. Синтез является приемом, противоположным анализу. Вместе с тем оба приема предполагают и дополняют друг друга.

Обобщение – это операция мышления, заключающаяся в переходе от частного к общему, причем на более высокую ступень абстракции. Индукция является частным случаем обобщения. Обобщение позволяет формулировать общие принципы и законы на основе исследования частных явлений.

По смысловому содержанию обобщения подразделяются на два вида:

1. обобщения, *порождающие новые* понятия, формулирующие законы, принципы, теории, которые не определяются исходным смысловым содержанием изучаемых явлений. Это обобщения, позволяющие выявить общую сущность по-разному воспринимаемых явлений.

2. обобщения, позволяющие применить известные явления, принципы, закономерности, действующие в одной области знаний, в другой области.

Аналогия является одним из способов логического перехода от известного к новому знанию, выдвижения предположений. Аналогия – это умозаключение о принадлежности объекту определенного признака (т.е. свойства или отношения) на основе сходства в существенных признаках с другим объектом.

В зависимости от характера связи между признаками различают *строгую аналогию*, дающую достоверное заключение, и *нестрогую аналогию*, дающую вероятностное заключение.

Условиями, повышающими степень вероятности выводов в нестрогой аналогии, является:

1. Сходство употребляемых объектов в значительном числе существенных признаков.

2. Отсутствие существенных различий между употребляемыми объектами.

3. Высокая вероятность знания о зависимости между сходными и переносимыми признаками.

Гипотеза – это форма развития человеческих знаний, представляющая собой обоснованное предположение, объясняющее свойства и причины исследуемых явлений.

В зависимости от объекта исследования различают гипотезы общие и частные:

Общая гипотеза – это научно обоснованное предположение о закономерностях естественных и общественных явлений. Они выдвигаются для объяснения всего класса описываемых явлений. Будучи доказанными, они становятся научными теориями и являются ценным вкладом в развитие научных знаний.

Частная гипотеза – это научно обоснованное предположение о причинах, происхождении и закономерностях функционирования группы объектов, выделенных из класса рассматриваемых.

4. МЕТОДОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент — это активный целенаправленный метод изучения явлений в точно фиксированных условиях их протекания,

которые могут воссоздаваться и контролироваться самим исследователем.

Выделяются следующие виды эксперимента:

- 1) исследовательский, и поисковый эксперимент;
- 2) проверочный или контрольный эксперимент;
- 3) воспроизводящий;
- 4) изолирующий;
- 5) качественный или количественный;
- 6) физический, химический, социальный, биологический эксперимент.

Методология экспериментальных исследований – это общая структура (проект) эксперимента. Включает следующие этапы:

1. Разработка плана – программы эксперимента.
2. Оценка измерений и выбор средств измерений. Средства измерения могут быть выбраны стандартные или изготовлены специально для эксперимента. Поверка средств измерений.
3. Проведение эксперимента.

Разработка плана – программы эксперимента, это:

- наименование темы исследования,
- рабочая гипотеза,
- методика эксперимента,
- перечень необходимых материалов, приборов, установок,
- список исполнителей,
- календарный план работ,
- смета на выполнение эксперимента.

Иногда дополнительно включают работы по конструированию и изготовлению приборов, аппаратов и др.

Проведение эксперимента (этапы традиционного эксперимента, включая математическое планирование). В методике эксперимента подробно проектируют процесс проведения эксперимента:

- составляют последовательность проведения операций наблюдений и измерений;
- описывают каждую операцию с учетом выбранных средств;
- контролируют качество операций, чтобы при минимальном количестве измерений обеспечить повышенную надежность и заданную точность;
- разрабатывают форму журнала для записи результатов наблюдений и измерений;

- выбирают методы обработки и анализа экспериментальных данных, включая математические.

Основной целью эксперимента является проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы), а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Различают эксперименты *естественные и искусственные*.

Естественные эксперименты характерны при изучении социальных явлений (социальный эксперимент) в обстановке, например, производства, быта и т.п.

Искусственные эксперименты широко применяются во многих естественнонаучных исследованиях. В этом случае изучают явления, изолированные до требуемой степени, чтобы оценить их в количественном и качественном отношении.

Экспериментальные исследования бывают **лабораторные и производственные**.

Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т.д.

Производственные экспериментальные исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды. Пассивные производственные эксперименты заключаются в сборе данных и анализе случайных отклонений от заданных параметров процесса. В активных экспериментах изменения параметров процесса заранее планируют и задают.

Возможны **три случая проведения эксперимента**.

Первый – *теоретически получена аналитическая зависимость*, которая однозначно определяет исследуемый процесс. В этом случае объем эксперимента для подтверждения данной зависимости минимален, поскольку функции однозначно определяется экспериментальными данными.

Второй случай – *теоретическим путем установлен лишь характер зависимости*. В этом случае задано семейство кривых. Экспериментальным путем необходимо определить коэффициенты. При этом объем эксперимента возрастает.

Третий случай – *теоретически не удалось получить каких-либо зависимостей*. Разработаны лишь предположения о качественных закономерностях процесса. Во многих случаях целесообразно

поисковый эксперимент. Объем экспериментальных работ резко возрастает. Здесь уместен метод математического планирования эксперимента.

5. МЕТОДЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Множество измерений одной случайной величины называют ***генеральной совокупностью***. На практике проводится конечное число измерений случайной величины, результаты этих измерений называют ***выборкой генеральной совокупности***.

Генеральную совокупность характеризуют ***математическим ожиданием (средним)*** – точным значением измеряемого параметра, не искаженным случайными ошибками. Вычисляют по формуле:

$$m = \sum x_i / n.$$

Единицей измерения интервала является сигма или ***среднеквадратическое отклонение***.

$$\sigma^2 = \left(\sum (x_i - m)^2 / n \right).$$

Уровень значимости $\alpha = 1 - P$, то есть какова вероятность совершить ошибку, предполагая, что данный замер попадет внутрь заданного интервала.

Уровень надежности (95%) – это доверительный интервал среднего. Для нормального распределения коэффициент доверия $t = 1,96$ при уровне надежности 95%. Для малых выборок (менее 25-30 опытов, т.е. замеров величины X или определения величины Y) коэффициент доверия определяется по критерию Стьюдента или решается обратная задача, т.е. определяется минимальное число опытов.

Критерий Стьюдента вычисляется по формуле:

$$t = [X_1^2 - X_2^2] / \sqrt{M_1^2 + M_2^2},$$

где X_1 и X_2 – среднее арифметическое значение переменных; M_1 и M_2 – величины средних ошибок.

$$M = \frac{\sigma}{N}.$$

Методы корреляционного и регрессионного анализа

Степень зависимости случайных величин X , Y характеризуется **коэффициентом корреляции** (в данном случае, парной корреляции). Коэффициент корреляции характеризует различие между зависимостями $Y = f(X)$ и $X = f(Y)$ и численно равен косинусу угла, который образуют эти функции.

Проверку значимости коэффициента корреляции проводят либо по таблицам критических значений коэффициентов парной корреляции, либо по критерию Стьюдента. Для проверки по критерию Стьюдента рассчитывают его экспериментальное значение и сравнивают с соответствующим табличным. При $t_{\text{эксп}} > t_{\text{табл}}$ коэффициент корреляции статистически значим и, следовательно, зависимость между рассматриваемыми переменными имеется.

Если для описания массива экспериментальных данных нет рабочей гипотезы, то массив описывают статистически, так называемым **уравнением регрессии**. В общем случае уравнение регрессии – полином, в простейшем – уравнение прямой линии. По массиву экспериментальных данных в выбранной форме уравнения регрессии определяют коэффициенты (коэффициенты регрессии) и подбирают их таким образом, чтобы разброс экспериментальных данных относительно линии регрессии был минимальным.

Достоверность уравнения регрессии оценивают по величине **коэффициента детерминации**, который показывает, какую долю экспериментальных данных удалось описать уравнением регрессии.

ЛЕКЦИЯ 3

Основы инноваций и инновационной деятельности

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ИННОВАЦИЙ

3 ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

4 ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Инновация – это результат специальной деятельности, приводящей к обновлению или усовершенствованию каких-либо продуктов или технологических процессов, основанный на порождении и применении новых знаний.

Так же можно сделать вывод, что специфическое содержание инновации составляют изменения, а главной функцией инновационной деятельности является функция изменения.

Существуют множество родственных рассматриваемому нами понятию слова. Одни из них – это *новшество* и *нововведение*. Часто эти два понятия не разводят с понятием инновация, но современные ученые находят характеристики для отличия этих слов.

Помимо этого, следует понимать связь между понятиями инноваций и инновационной деятельности. **Инновация**, как мы уже определили, - это конечный результат инновационной деятельности. **Инновационная деятельность**, в свою очередь, - это "деятельность, направленная на использование и коммерциализацию результатов научных исследований и разработок для расширения и обновления номенклатуры и улучшения качества выпускаемой продукции (товаров, услуг, работ), совершенствование технологии её изготовления с последующим внедрением и эффективной реализацией на внутреннем и зарубежных рынках".

"Новые комбинации", по мнению этого ученого укладываются в *пять видов*:

1. Изготовление нового, т.е. еще не известного потребителям, блага (продукции) или создание его нового качества.

2. Внедрение нового, т.е. данной отрасли промышленности еще практически не известного, метода (способа, технологии) производства, в основе которого не обязательно лежит новое научное открытие и который может заключаться также в новом способе коммерческого использования товара.

3. Освоение нового рынка сбыта, т.е. такого рынка, на котором до сих пор данная отрасль промышленности этой страны еще не была представлена, независимо от того, существовал ли этот рынок прежде.

4. Получение нового источника сырья или полуфабрикатов независимо от того, существовал этот источник прежде, или просто не принимался во внимание, или считался недоступным, или его еще только предстояло создать.

5. Проведение реорганизации, например обеспечение монопольного положения (посредством создания треста) или подрыв монопольного положения другого предприятия.

Для понимания сущности инноваций можно рассмотреть особенности инноваций как бизнес-процессов. Таким образом **инновационный процесс** – это бизнес-процесс с рядом важных отличительных черт (или свойств):

Длительность. Из всех бизнес-процессов, таких как производство, реальное инвестирование, реализация и т.д., инновационный – самый длительный. Фактически он интегрирует все эти процессы в едином цикле с добавлением к ним свой родовой инновационный этап. Сроки окупаемости инновационных разработок достаточно высокой степени радикальности могут составлять примерно от 4 до 7 лет.

Высокая степень риска. Инновации всегда связаны с высокими рисками, неопределённостью, низкой предсказуемостью результатов и, следовательно, проблематичной и вероятностной отдачей. Недостаточно перенимать уже подтвердившие себя решения от других, адаптировать оправдавшие себя технологии, чтобы достичь и удержаться на мировом уровне, нужно самому принимать решения, генерировать и воплощать новые идеи, что, несомненно, далеко не однозначно в плане исхода.

Способность инициировать структурные изменения. Успешная инновация существенно влияет на положение предприятия, его организацию и иерархию, структуру отрасли и отраслевого рынка, на экономику в целом.

"Человекоемкость" (повышенная интеллектуальная насыщенность). Основным решающим инновационным ресурсом является человеческий капитал, творческая способность генерировать и воплощать собственные идеи. Поэтому страны, в которых хорошо развита научно-исследовательская деятельность так преуспевают в этой сфере.

Характер инновационного целеполагания. Недостижение первоначально поставленных целей в отличие от всех остальных сфер бизнеса не всегда означает провал инновационного проекта, а их достижение еще не равносильно коммерческому успеху инновации. Результата инновационной деятельности можно ждать несколько лет.

Неформализуемые механизмы. Инновации не только сталкиваются с неопределенностями рынка, но, с неизбежностью изменяя структуру рынка, сами инициируют изменения – эффекты, которые слабо или вовсе не поддаются формализации, т.е. имеют во многом неопределенный характер.

2. Классификация инноваций

1. По функциональному назначению и области применения инновации можно классифицировать по классам:

Промышленные:

Научно-технические (продуктовые) инновации (связаны с разработкой и производством продукции с новыми или улучшенными свойствами);

Технологические инновации (предназначенные для совершенствования способов изготовления продукции на базе новейших технологий, достижений в области научно-технического прогресса, автоматизации и компьютеризации).

Организационно управленческие инновации связаны с процессом управления и оптимальной организации производства, коммуникаций, транспорта, сбыта и снабжения.

По виду работ они подразделяются на:

- Научно исследовательские;
- Производственные;

- Сбытовые;
- Логистические (транспортирование и снабжение);
- Маркетинговые;

По характеру функции они подразделяются на:

- Экономические;
- Информационные;
- Социальные.

2. По степени значимости в экономическом развитии инновации подразделяются на:

Интегрирующие, которые являются результатом использования оптимального комплекса ранее накопленных и проверенных в мировой практике достижений (знаний, технологий, систем, оборудования и т.п.);

Базисные, в основе которых лежат крупные научные достижения;

Совершенствующие, которые предлагают использование результатов прикладных научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, направленных на улучшение характеристик имеющихся товаров.

3. В зависимости от глубины вносимых изменений:

Радикальные (принципиально новые);

Модернизационные (вносящие качественно новые изменения в продукт или существенно улучшающие его);

Модификационные (частично улучшающие продукт или дополняющие существующую товарную линию);

4. По охватываемому объему:

Интернациональные (новые для отрасли в международном масштабе)

Национальные (новые для отрасли в стране);

Локальные (новые для конкретного предприятия);

5. По уровню распространенности:

Единичные;

Диффузные (распространение освоенных инноваций в новых условиях и местах применения);

6. По причинам возникновения:

Реактивные (выступают как реакция на новые преобразования и действия, осуществляемые конкурентами)

Стратегические (направленные на решение перспективных задач, внедрение которых носит упреждающий характер с целью получения решающих конкурентных преимуществ в перспективе).

7. По отношению к идеям, лежащим в основе существующих прототипов:

Открывающие (без сопоставимых прототипов);

Замещающие (полностью заменяют существующие прототипы);

Отменяющие (использование приводит к полному исключению продукта в связи с появлением новых функций);

Возвратные (происходит возврат к новым видам, способам, методам);

Ретровведения (воспроизводятся старые формы на современной основе).

8. По степени новизны:

Абсолютная новизна (аналоги предлагаемому новшеству отсутствуют);

Относительная новизна (определяются относительно выбранного признака или группы признаков – может быть частной (новыми являются отдельные элементы) или условной (новое сочетание известных элементов));

Стоимостная новизна (затраты на НИОКР, освоение и использование, отнесенные к объему полезной работы, ниже, чем у заменяемой);

Целесообразная (лучшие производительные или потребительские свойства).

9. Классификация Г. Менша:

Базисные (которые создают основу для формирования новых отраслей или новых рынков);

Улучшающие (имеющие вторичный характер и повышающие эффективность использования базисных нововведений в производстве или расширяющие для них рынок);

Псевдонововведения (вносящие минимальные изменения в технологию).

По назначению, инновации делятся на:

Обеспечивающие эффективность реализации;

Обеспечивающие эффективность производства;

**Улучшающие условия труда;
Повышающие качество продукции.**

3. Значение инновационной деятельности для предприятий

Предприятие - это самостоятельный хозяйствующий субъект, созданный для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг с целью удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли. Конкуренция и конкурентная борьба предприятий являются главным содержанием функционирования экономической системы, базирующейся на рыночных механизмах, ключевыми категориями в общей схеме категорий рыночного хозяйства.

Конкуренция (от лат. *concurrentia* – состязание, столкновение) определяется как ситуация, в которой любой желающий что-либо купить или продать может выбрать между различными поставщиками и покупателями. Про наиболее успешных поставщиков и покупателей говорят, что они обладают конкурентными преимуществами. Конкуренентоспособность включает умения добычи и использования таких конкурентных преимуществ. Именно инновационная деятельность обеспечивает конкурентоспособность отдельных организаций.

Сначала на ранних стадиях ненасыщенного рынка прибыль компании (формирование первичного капитала) является одновременно единственной целью и ценностью для бизнеса. Прибыль в это время есть исходный и самый главный дефицит для компании, предмет пристального внимания финансового менеджмента (собственно, единственного для того времени вида управления).

Однако, по мере насыщения рынка, когда спрос начинает превышать предложение, возникает новый дефицит — платежеспособный покупательский спрос. Теперь Покупатель как источник денег становится для компании дороже самих денег. Удержание старых покупателей и привлечение новых — это теперь ключевые проблемы управления.

Интеграция в мировую экономику (глобализация) существенно расширяет поле конкурентной борьбы, заставляя белорусские компании конкурировать с лидерами мирового рынка. В этих условиях главной проблемой компаний и основной задачей их

руководства становится обеспечение устойчивого роста. Для этого в условиях такой мощной конкуренции совсем не достаточно постоянного совершенствования деятельности. Для лидеров рынка стоит задача выиграть, а не проиграть. Решить ее можно только постоянными инновационными прорывами, обеспечивающими поддержание высокого темпа развития. Инновационный менеджмент, основанный на знаниях, — это парадигма управления XXI века, ответ на вызов современного рынка Покупателя. Теперь это источник источника прибыли.

Таким образом можно выявить что инновации являются источником обеспечения конкурентоспособности и устойчивого роста для предприятий. Помимо этого они являются источником экономии производственных затрат и качества продукции (пусть это будут четыре основных значения инноваций для предприятий). Другими словами, любая организация без постоянного внедрения инноваций имеет довольно сомнительные шансы на выживание.

4. Значение инновационной деятельности для экономики

Под влиянием инноваций *меняется вся структура экономики*. Ведь за счет роста эффективности использования ресурсов часть их высвобождается и перераспределяется в другие сферы деятельности. Например, доля занятых в сельском хозяйстве сокращается, а в секторе услуг – возрастает. Кроме того, инновации выступают непосредственной причиной возникновения новых производств, отраслей и постепенного отмирания уже существующих.

Инновации *изменяют и экономическую организацию общества*. Появляются новые общественные институты и хозяйственные организации и трансформируется содержание взаимосвязей между ними. Происходят сдвиги в структуре собственности. Совершенствуются технологии управления: вертикальные воздействия во все большей мере дополняются и заменяются горизонтальными. Претерпевают изменения и содержание государственного регулирования экономики.

Инновационные процессы приобретают все большее *социальное значение*. Генерируемый нововведениями экономический рост не только позволяет повысить уровень жизни населения, но и способствует решению проблем занятости за счет создания новых высокооплачиваемых рабочих мест, повышению уровня образования

и здравоохранения. Кроме того, в нынешний исторический период процесс распространения инноваций является одним из элементов, связывающих различные социальные и экономические субъекты в единое целое, обеспечивающих единство нации, во многих случаях смягчающих социальные противоречия и конфликты.

Интенсивность инновационных процессов в современном мире значительно обострила *экологические проблемы*. Антропогенная нагрузка на окружающую среду по ряду направлений приближается к критической черте, за которой неизбежно нарушение нормального кругооборота веществ в природе. С другой стороны, только с помощью инноваций возможно гармонизировать отношения между человеком и природой. Ведь именно научно-технические достижения позволяют уменьшить использование невозполнимых ресурсов и вредные выбросы путем рационализации структуры производства и потребления, а также распространения рециклических технологий.

Четыре основных выгоды инноваций для предприятий можно перенести и на макроэкономическую сферу:

повышается конкурентоспособность (в этом случае среди экономик разных государств). Конкурентоспособность государства определяется как "мера возможности страны при условиях свободного и справедливого рынка вырабатывать товары и услуги, которые отвечают требованиям мировых рынков при одновременном сохранении или повышении реальных доходов своих граждан".

повышается качество "продукции" (её на экономическом уровне заменяет население), т.е. растёт качество жизни

экономятся производственные затраты (экономика требует меньше инвестиций, становится более самоуправляемой)

обеспечение стабильного экономического роста государства.

Значение инноваций также можно представить в виде социально-экономических функций, выполняемых этим явлением:

Первая функция состоит в том, что практически все изобретения направлены на уменьшение затрат энергии, живого труда, создают возможности вовлечения в производство новых производственных сил, повышают эффективность труда и производства.

Вторая функция инноваций – повышение качества произведенных продуктов, что ведет к росту уровня производства и потребления, способствует улучшению качества жизни.

Третья функция инноваций состоит в том, что они, повышая качество, снижая затраты и совершенствуя потребление, способствуют поддержанию пропорций между спросом и предложением, между производством и потреблением.

И, наконец, *четвертая функция* – в ходе разработки при использовании инноваций человек развивается – реализуются его интеллектуальные способности, создаются условия для дальнейшего творческого роста.

ЛЕКЦИЯ 4

Инновационные технологии в энергетике

1. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕНЕРИРОВАНИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОТРЕБЛЕНИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

1. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕНЕРИРОВАНИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

1.1 Тепловые насосы

В ТН, также как и в холодильных машинах (ХМ), осуществляется перенос тепла от тел и сред с низкой температурой к телам и средам с более высокой температурой. Их энергетическую эффективность оценивают практически одинаково: по относительной величине затрат высококачественной работоспособной энергии к трансформированному количеству тепла.

Однако прямое отождествление этих машин является спорным. Условия конкурентирования ТН и их практическая реализация намного более сложные, чем на рынке ХМ. Связано это с тем, что практически все виды ХМ имеют две одинаковые базовые температуры, отражающие условия и эффективность их применения во всех странах мира и климатических условиях - это температура в помещении, куда производится отвод тепла, и температура, требуемая для охлаждения различных тел и низкотемпературных теплоносителей. В ТН используют более широкий спектр низкопотенциальных теплоносителей природного и техногенного происхождения (воздух, грунт, вода подземных и поверхностных источников, очищенные и неочищенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки и т.п.), которые могут отличаться значительной сезонной нестабильностью и технической доступностью.

В Республике Беларусь практический опыт создания и применения отечественных ТН невелик и, за редким исключением,

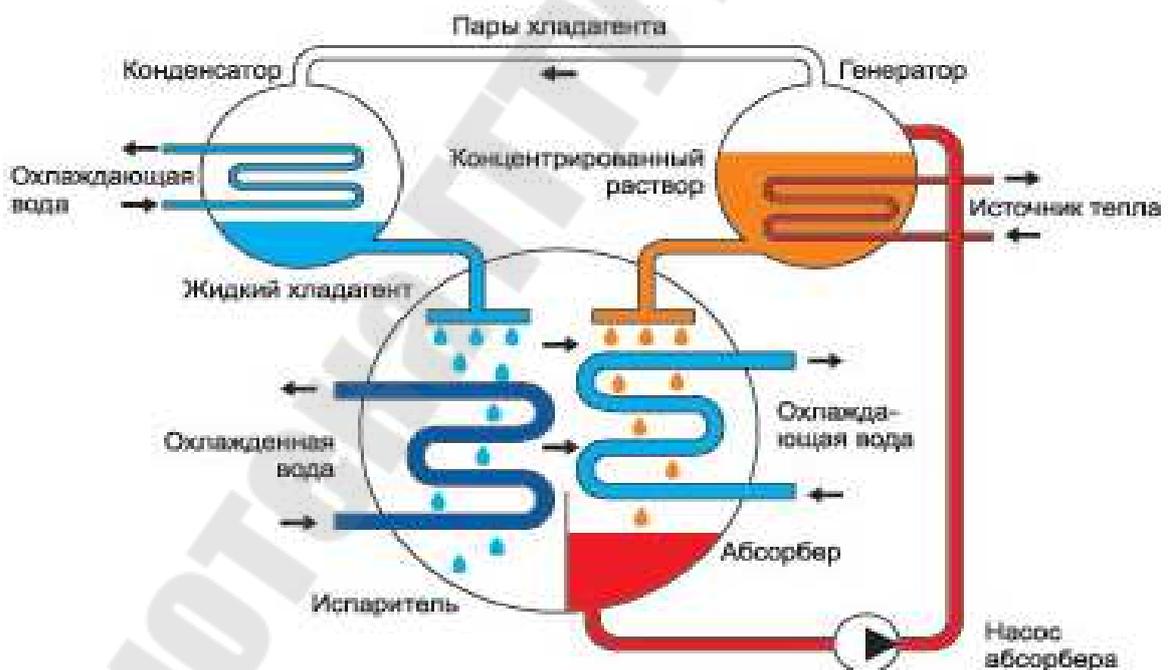
отражает уровень научных подходов и технических решений прошлого века. В условиях наметившейся переориентации теплоэнергетического хозяйства страны на развитие низкотемпературных централизованных и смешанных систем теплоснабжения роль ТН возрастает, что требует разработки новых научно обоснованных подходов к их широкому применению в различных областях.

На практике обратные термодинамические циклы в ТН преимущественно реализуются в двух типах машин: абсорбционного (АБТН) и парокомпрессионного типов (ПТН).

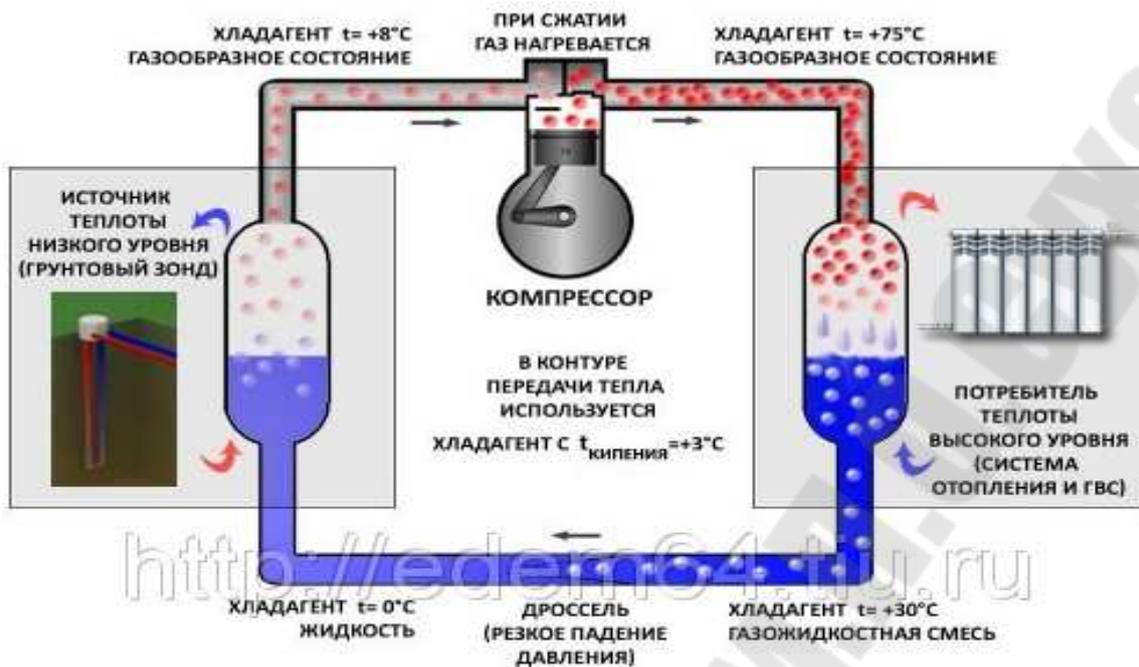
Для сравнения эффективности различных типов ТН необходим общий показатель. Таким показателем может быть удельный расход топлива на выработку теплоты или коэффициент его использования.

Энергетическая эффективность ПТН характеризуется коэффициентом преобразования энергии:

$$\mu_{\text{птн}} = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{к}}}.$$



Принцип работы абсорбционной установки



1.2 Конденсационные котлы

Основное отличие работы конденсационных котлов

Отличие работы конденсационного газового котла от традиционного газового котла заключается в использовании не только тепла, выделяемого при сгорании газа, но и тепла, выделяемого при конденсации пара, образующегося при сгорании газа.

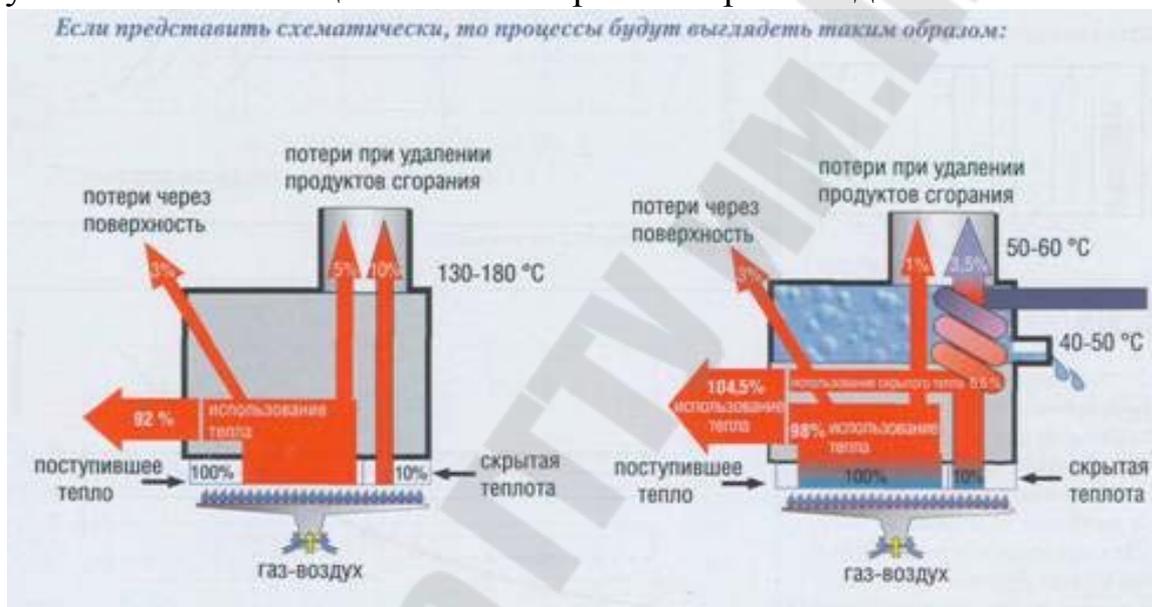
При расчете КПД отопительного котла используется отношение полезной теплоты, переданной теплоносителю, к теплоте сгорания топлива.

Для органического топлива различают низшую и высшую теплоту сгорания. Низшая теплота сгорания связана только с прямым теплом, выделяемым при сгорании. Высшая теплота сгорания учитывает теплоту, выделяемую при конденсации образовавшегося пара. При сгорании природного газа (метана) выделяется углекислый газ и вода: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Вода при высокой температуре в области горения превращается в пар. Если этот пар затем охладить до температуры точки росы, то он опять превращается в воду и выделяет энергию в виде тепла. Размер этой теплоты составляет до 12% от основной теплоты сгорания газа.

При расчете КПД конденсационных котлов используется низшая теплота сгорания газа для того чтобы иметь возможность сравнить с КПД традиционных котлов. В итоге конденсационный котел использует всю низшую теплоту сгорания газа (98%) и плюс

теплоту конденсации (12%), поэтому КПД конденсационных котлов достигает 110%.

Конструктивно **газовые конденсационные котлы** отличаются от традиционных котлов. Продукты сгорания проходят через теплообменник из нержавеющей стали и по мере прохождения остывают до температуры обратки системы отопления, которая должна быть меньше температуры точки росы (50-60°C). Образующийся конденсат имеет пониженную кислотность (РН=3,5-4,5, нормальная кислотность РН=7), поэтому при большом объеме конденсата (по итальянским нормам при суммарной мощности котлов более 116 кВт, по немецким - более 200 кВт) необходимо устанавливать специальные нейтрализаторы конденсата.



1.3 Гелиоколлекторы



Типы гелиоколлекторов

Гелиоколлекторы для систем солнечного теплоснабжения можно классифицировать на следующие основные типы:

- открытые (не застекленные);
- плоские;
- вакуумные

Все принципы конструирования солнечных коллекторов сводятся к обеспечению максимального поглощения солнечной энергии и максимальному снижению тепловых потерь.

Открытые солнечные коллекторы представляют собой одну лишь поглощающую панель (без корпуса), которая обычно изготавливается из пластика или резины, стойких к ультрафиолетовому излучению, и закрепляется непосредственно к крыше.

Эти коллекторы используются в одноконтурных системах для нагрева воды в бассейнах. Применяются, в основном, в странах с теплым климатом и большим количеством ясных солнечных дней.

Преимущества:

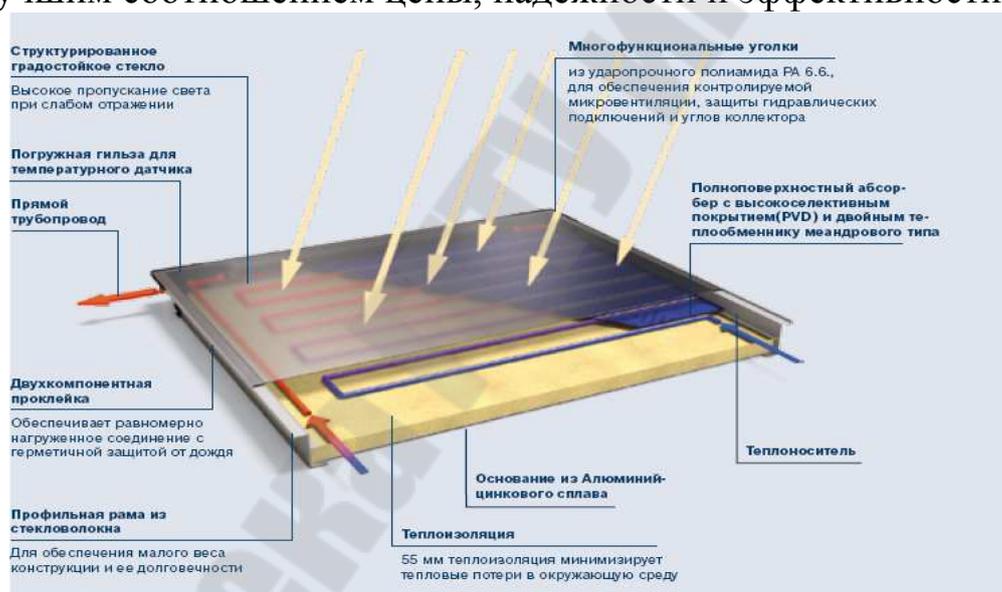
1. возможный самый высокий КПД системы;
2. простота;
3. надежность;
4. легкий монтаж;
5. малый вес.



Недостатки:

- ▶ значительное снижение КПД с увеличением разницы температур;
- ▶ большая зависимость от погодных факторов (облачности, ветра и т.д.);
- ▶ ограниченное применение (используется только для бассейнов);
- ▶ большая чувствительность к минусовым температурам;
- ▶ малый эффективный срок эксплуатации.

Плоские солнечные коллекторы – это самый распространенный в Мире тип гелиоколлекторов. Площадь установленных плоских коллекторов значительно превышает суммарную установленную площадь всех других типов. Современные образцы плоских гелиоколлекторов практически достигли своих максимальных теплотехнических возможностей, и в данный момент обладают наилучшим соотношением цены, надежности и эффективности.



Преимущества:

- универсальность;
- высокая эффективность;
- высокая надежность;
- неприхотливость;
- возможность всесезонного эффективного использования;
- длительный эффективный срок эксплуатации.

Недостатки:

□ снижение КПД (по сравнению с вакуумными коллекторами) с увеличением разницы температур в период с малым количеством солнечного излучения.

Вакуумные гелиоколлекторы являются очень интересным видом данной техники, т.к. вакуум является самым лучшим теплоизолятором. Существует две, кардинально разные конструкции этих коллекторов: трубчатые и в виде плоских гелиоколлекторов. Основная проблема вакуумных коллекторов – это поддержание вакуума на необходимом уровне в течение всего срока эксплуатации (в случае с плоскими вакуумными коллекторами устанавливают специальные насосы). Лучше с этой проблемой справились в трубчатых коллекторах.

Преимущества:

- ▶ высокая эффективность в течение всего года;
- ▶ максимально возможный КПД в зимний период;
- ▶ универсальность.

Недостатки:

1. низкий оптический (максимальный) КПД;
2. низкая надежность: высокая подверженность градобитию, постепенное исчезновение вакуума в некоторых из трубок;
3. неэффективная работа в районах с возможными минусовыми температурами (образование инея, выпадение снега);
4. более большой вес и габаритные размеры при той же площади поглощающего элемента;
5. малый эффективный срок эксплуатации (периодическая необходимость замены отдельных трубок). Из-за потери вакуума в некоторых трубках, эти коллекторы могут работать хуже плоских солнечных коллекторов.

Вакуумные гелиоколлекторы



Область, пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Полоцк	44	70	124	181	260	275	271	241	156	89	35	25	1771
Шарковщина	44	74	130	182	261	272	265	242	159	96	40	28	1793
МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Минск	46	70	128	176	253	262	258	237	166	99	36	27	1758
Марына Горка	52	72	126	169	251	255	256	239	162	97	37	27	1743
Слуцк	49	73	128	181	257	266	263	243	175	105	42	29	1811
ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Гродно	43	60	136	176	233	260	264	247	176	98	40	30	1763
Новогрудок	46	68	129	172	239	265	257	243	171	97	35	26	1748
МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Горки	52	77	125	182	258	272	262	241	160	91	37	26	1783
Костюковичи	52	76	123	173	255	272	262	239	166	100	36	27	1781
БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Брест	50	70	133	176	238	248	259	242	170	114	46	33	1779
Пинск	54	72	132	186	250	260	261	246	180	114	45	32	1832
ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ													
Гомель	54	74	131	176	264	261	260	246	168	115	44	31	1824
Василевичи	53	72	127	178	261	269	269	247	179	110	43	31	1839

Ориентация поверхности	Станция	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Горизонтальная	Полоцк	13	37	120	171	250	324	283	221	126	47	13	5	1610
	Минск	18	40	126	175	282	328	296	236	146	57	14	8	1726
	Василевичи	24	45	114	171	280	320	284	252	165	68	18	10	1751
С	Полоцк	-	-	-	3	18	36	28	7	-	-	-	-	92
	Минск	-	-	-	4	17	36	27	7	-	-	-	-	91
	Василевичи	-	-	-	3	14	32	26	5	-	-	-	-	80
СВ	Полоцк	0,1	1	14	36	70	107	85	51	21	3	0,4	-	389
	Минск	0,2	2	15	35	76	105	86	54	23	4	0,4	-	401
	Василевичи	0,2	2	12	34	73	99	80	55	26	5	0,5	-	387
В	Полоцк	11	24	73	103	143	188	158	128	78	31	11	4	952
	Минск	14	24	73	98	155	177	154	130	86	35	11	7	964
	Василевичи	17	26	64	92	143	160	142	134	92	39	12	8	929
ЮВ	Полоцк	46	73	143	145	160	185	167	168	137	76	38	21	1359
	Минск	54	70	144	142	178	174	166	172	146	84	36	29	1395
	Василевичи	61	75	119	130	162	160	151	174	152	92	40	31	1347
Ю	Полоцк	66	105	185	156	140	143	139	168	160	105	54	29	1450
	Минск	79	104	188	149	149	131	133	165	172	116	52	42	1480
	Василевичи	93	108	158	135	137	118	119	166	180	129	57	45	1445
ЮЗ	Полоцк	49	81	154	137	140	152	147	152	130	80	40	22	1284
	Минск	58	80	155	133	149	148	145	153	143	89	38	30	1321
	Василевичи	67	83	134	121	134	138	136	151	153	99	42	33	1284
З	Полоцк	12	30	79	91	118	149	130	111	74	33	12	5	844
	Минск	17	31	82	91	124	144	133	113	85	39	13	8	880
	Василевичи	21	32	72	84	120	138	125	118	91	45	16	9	871
СЗ	Полоцк	0,3	3	18	32	58	87	74	49	20	4	0,4	-	347
	Минск	0,4	3	18	33	62	85	74	50	23	5	0,4	-	354
	Василевичи	0,5	3	16	31	59	80	71	53	26	6	0,7	-	346

1.4 Когенерационные установки

Когенерация (название образовано от слов Комбинированная генерация электроэнергии и тепла) - процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии. В советской технической литературе распространён термин теплофикация - централизованное теплоснабжение на базе комбинированного производства электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях. Отличием от теплофикации является утилизация тепла после получения электроэнергии (фактически использование вторичного энергоресурса - тепла после обработки в

установках по производству электроэнергии). При теплофикации процесс выработки электроэнергии и тепла идет параллельно. Когенерация широко используется в [энергетике](#), например на [ТЭЦ\(теплоэлектроцентралях\)](#) с установленными газотурбинными установками ([ГТУ](#)), где [рабочее тепло](#) (продукты сгорания) после использования в выработке электроэнергии применяется для нужд [теплоснабжения](#). Тем самым значительно повышается [КИТТ](#) — до 90 % и даже выше.

Смысл когенерации в том, что при прямой выработке электрической энергии создаётся возможность утилизировать попутное тепло.

Когенерационные установки (когенераторы) широко используются в малой энергетике ([мини-ТЭЦ](#), MicroCHP). И для этого есть следующие предпосылки:

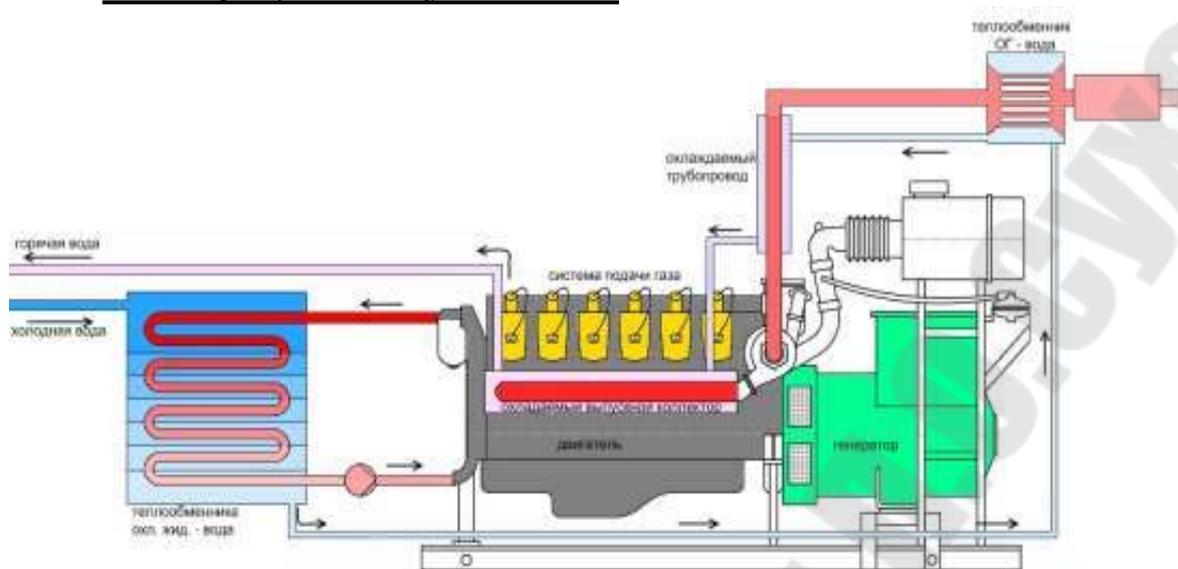
Тепло используется непосредственно в месте получения, что обходится дешевле, чем строительство и эксплуатация многокилометровых теплотрасс;

Электричество используется большей частью в месте получения без накладных расходов поставщиков энергии, и его стоимость для потребителя может быть несколько меньше, чем у энергии из сети.

Потребитель приобретает энергетическую независимость от сбоев в электроснабжении и аварий в системах теплоснабжения.

Использование когенерации наиболее выгодно для потребителей с постоянным потреблением электроэнергии и тепла. Для потребителей, у которых имеются ярко выраженные «пиковые нагрузки» (например, жилое хозяйство, ЖКХ), когенерация мало выгодна вследствие большой разницы между установленной и среднесуточной мощностями - окупаемость проекта значительно затягивается.

Когенерационные установки



Установка турбин на паровых котельных

В условиях постоянного роста тарифов уменьшить расходы на покупку электроэнергии для энергопотребляющих предприятий можно внедрением энергосберегающих технологий и выработкой собственной электроэнергии с удельным расходом топлива существенно меньшим, чем в среднем по энергосистеме.

Результаты исследований, проведенных на различных промышленных и коммунальных предприятиях, имеющих собственные источники тепла, показали, что на многих из них имеется существенный потенциал для выработки собственной электрической энергии. В большинстве случаев вырабатываемый котлами пар (будь то насыщенный или перегретый), прежде, чем поступить к потребителю, дросселируется в редуциционно-охладительных установках (РОУ). Если параллельно с РОУ установить паротурбогенератор с противодавленческой турбиной и подать на нее пар (полностью или частично) проходящий ранее через РОУ, то можно выработать электроэнергию, количество которой зависит от расхода и параметров пара после котлов и РОУ. При этом общий расход топлива немного (10-15 %) возрастет по сравнению с тем, который был до установки турбины, но удельный расход его на выработку электроэнергии будет, примерно, в 2 раза меньше, чем в среднем по энергосистеме.

В случае планового или аварийного останова турбины на ремонт котельная продолжает работать, дросселируя и охлаждая пар в РОУ, как и до установки турбины.

Противодавленческие турбогенераторы мощностью от 500 до 4000 кВт представляют из себя единый транспортабельный моноблок, в котором турбина, генератор, маслососы и маслоохладители расположены на общей раме с маслобаком. Комплектно с турбиной поставляются пульта, приборы и датчики системы управления и защиты, система возбуждения генератора и т.п. Для установки турбины необходимо небольшое место либо в самой котельной, либо в пристройке, выполненной из легких быстросборных конструкций. Турбина работает в автоматическом режиме и может обслуживаться персоналом котельной, прошедшим дополнительное обучение. Блочная конструкция обеспечивает быстрый монтаж турбоустановки.

Кроме указанных, могут также устанавливаться и более мощные турбогенераторы, в зависимости от располагаемой паропроизводительности котлов и теплового потребления предприятия.

Срок службы таких турбин 25 - 40 лет, период между капитальными ремонтами 5 – 6 лет.

Установка подобных турбогенераторов на котельных не требует больших капитальных вложений (примерно \$200 - 300 за кВт) и позволит существенно уменьшить затраты предприятия за потребляемую электроэнергию и уменьшить тем самым себестоимость производимой продукции.

1.5 Солнечные электростанции

Солнечная электростанция — инженерное сооружение, служащее преобразованию солнечной радиации в электрическую энергию. Способы преобразования солнечной радиации различны и зависят от конструкции электростанции.

Типы солнечных электростанций

Все солнечные электростанции (СЭС) подразделяют на несколько типов:

1. СЭС башенного типа
2. СЭС тарельчатого типа
3. СЭС, использующие фотобатареи
4. СЭС, использующие параболические концентраторы
5. Комбинированные СЭС

6. Аэростатные солнечные электростанции
7. Солнечно-вакуумные электростанции

СЭС башенного типа

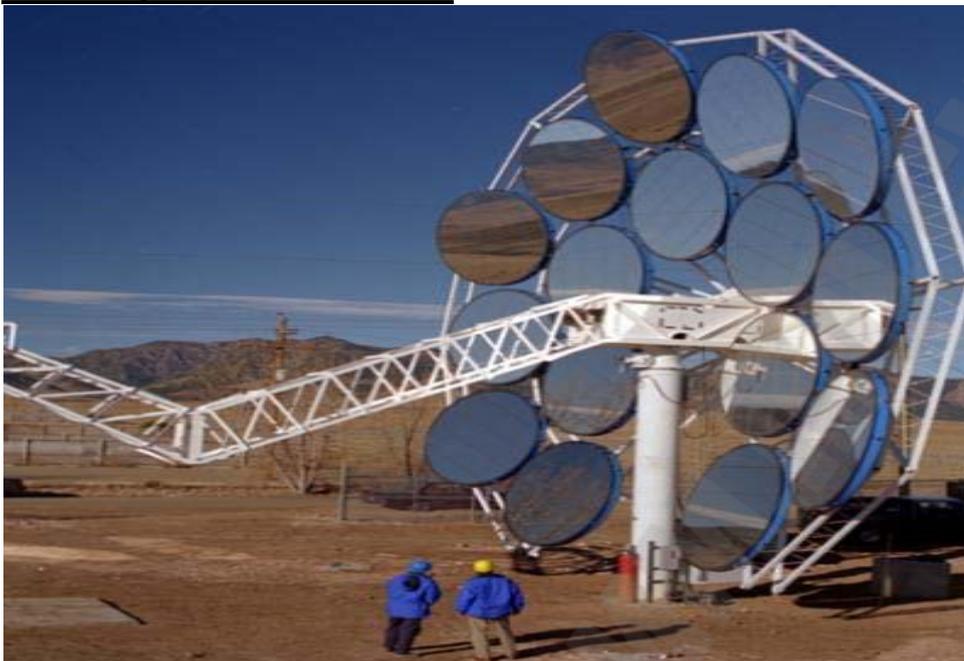


Данные электростанции основаны на принципе получения водяного пара с использованием солнечной радиации. В центре станции стоит башня высотой от 18 до 24 метров (в зависимости от мощности и некоторых других параметров высота может быть больше либо меньше), на вершине которой находится резервуар с водой. Этот резервуар покрашен в чёрный цвет для поглощения теплового излучения. Также в этой башне находится насосная группа, доставляющая пар на турбогенератор, который находится вне башни. По кругу от башни на некотором расстоянии располагаются гелиостаты.

Гелиостат — зеркало площадью в несколько квадратных метров, закреплённое на опоре и подключённое к общей системе позиционирования. То есть, в зависимости от положения солнца, зеркало будет менять свою ориентацию в пространстве. Основная и самая трудная задача — это позиционирование всех зеркал станции так, чтобы в любой момент времени все отраженные лучи от них попали на резервуар. В ясную солнечную погоду температура в резервуаре может достигать 700 градусов. Такие температурные параметры используются на большинстве традиционных тепловых электростанций, поэтому для получения энергии используются стандартные турбины. Фактически на станциях такого типа можно

получить сравнительно большой КПД (около 20 %) и высокие мощности.

СЭС тарельчатого типа



Данный тип СЭС использует принцип получения электроэнергии, схожий с таковым у башенных СЭС, но есть отличия в конструкции самой станции. Станция состоит из отдельных модулей. Модуль состоит из опоры, на которую крепится **ферменная** конструкция приемника и отражателя. Приемник находится на некотором удалении от отражателя, и в нем концентрируются отраженные лучи солнца. Отражатель состоит из зеркал в форме тарелок (отсюда название), радиально расположенных на ферме. Диаметры этих зеркал достигают 2 метров, а количество зеркал — нескольких десятков (в зависимости от мощности модуля). Такие станции могут состоять как из одного модуля (автономные), так и из нескольких десятков (работа параллельно с сетью).

СЭС, использующие фотобатареи

СЭС этого типа в настоящее время очень распространены, так как в общем случае СЭС состоит из большого числа отдельных модулей (**фотобатарей**) различной мощности и выходных параметров. Данные СЭС широко применяются для энергообеспечения как малых, так и крупных объектов (частные коттеджи, пансионаты, санатории, промышленные здания и т. д.). Устанавливаться фотобатареи могут практически везде, начиная от кровли и фасада здания и заканчивая специально выделенными территориями. Установленные мощности

тоже колеблются в широком диапазоне, начиная от снабжения отдельных насосов, заканчивая электроснабжением небольшого посёлка.



СЭС, использующие параболоцилиндрические концентраторы

Принцип работы данных СЭС заключается в нагревании теплоносителя до параметров, пригодных к использованию в турбогенераторе.

Конструкция СЭС: на ферменной конструкции устанавливается параболоцилиндрическое зеркало большой длины, а в фокусе параболы устанавливается трубка, по которой течет теплоноситель (чаще всего масло). Пройдя весь путь, теплоноситель разогревается и в теплообменных аппаратах отдаёт теплоту воде, которая превращается в пар и поступает на турбогенератор.



СЭС, использующие двигатель Стирлинга

Представляют собой СЭС с параболическими концентраторами, у которых в фокусе установлен двигатель Стирлинга. Существуют конструкции двигателей Стирлинга, которые непосредственно преобразуют колебания поршня в электрическую энергию, без использования кривошипно-шатунного механизма. Это позволяет достичь высокой эффективности преобразования энергии. Эффективность таких электростанций достигает 31,25 %. В качестве рабочего тела используется водород или гелий.



Комбинированные СЭС

Часто на СЭС различных типов дополнительно устанавливают теплообменные аппараты для получения горячей воды, которая используется как для технических нужд, так и для горячего водоснабжения и отопления. В этом и состоит суть комбинированных СЭС. Также на одной территории возможна параллельная установка концентраторов и фотобатарей, что тоже считается комбинированной СЭС.

Солнечно-вакуумные электростанции

Используют энергию воздушного потока, искусственно создаваемого путем использования разности температур воздуха в приземном слое воздуха, нагреваемого солнечными лучами в закрытом прозрачными стеклами участке, и на некоторой высоте. Состоят из накрытого стеклянной крышей участка земли и высокой башни, у основания которой расположена воздушная турбина с электрогенератором. Вырабатываемая мощность растет с ростом разности температур, которая увеличивается с высотой башни. Путём использования энергии нагретой почвы способны работать почти круглосуточно, что является их серьёзным преимуществом.

Солнечно-вакуумные электростанции



1.6 Ветрогенераторы

Ветрогенераторная установка (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) — устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию.

Ветрогенераторы можно разделить на две категории: промышленные и бытовые (для частного использования). Промышленные устанавливаются государством или крупными энергетическими корпорациями. Как правило, их объединяют в сети, в результате получается ветровая электростанция.

ВЭУ состоит из:

- Ветрогенераторы, установленной на мачте с растяжками и раскручиваемой ротором либо лопастями;
- электрогенератора;
- полученная электроэнергия поступает в:
- Контроллер заряда аккумуляторов, подключенный к аккумуляторам (обычно необслуживаемые на 24 В)
- Инвертор (= 24 В -> ~ 220 В 50Гц), подключенный к электросети

Существуют классификации ветрогенераторов по количеству лопастей, по материалам, из которых они выполнены, по оси вращения и по шагу винта.

Существуют два основных типа ветрогенераторов:

с вертикальной осью вращения ("карусельные" — роторные (в т.ч. «ротор Савониуса»), "лопастные" ортогональные — ротор Дарье);



с горизонтальной осью вращения ([крыльчатые](#)).



1.7 Турбодетандеры на низкокипящих рабочих телах

Для утилизации тепловых отходов продуктов сгорания газотурбинных установок, а также для утилизации вторичных энергетических ресурсов, которые в больших количествах присутствуют на промышленных предприятиях можно использовать турбодетандерные установки на низкокипящих рабочих телах. Считается что, применение турбодетандеров экономически оправданно при температурах теплоносителя менее 300 °С.

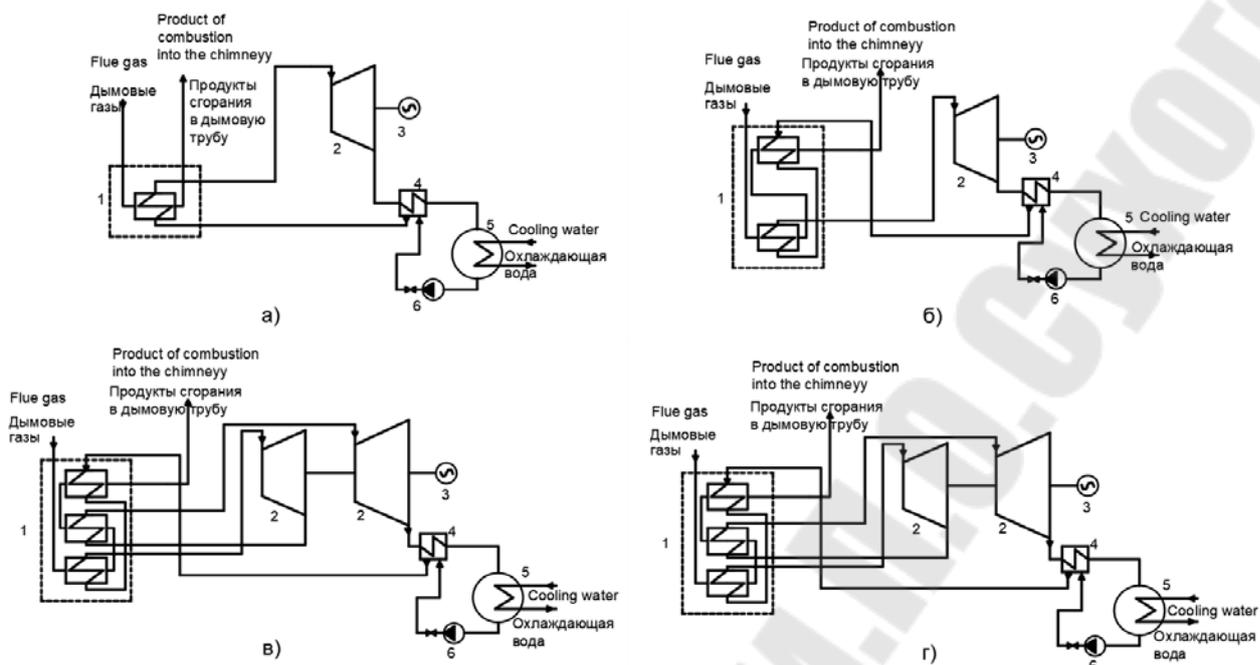


Рис. 1. Схемы турбодетандерного цикла:

1 – котел утилизатор (КУ); 2 – турбодетандер высокого (ТДВД) и низкого (ТДНД) давления; 3 – генератор; 4 – теплообменный аппарат; 5 конденсатор; 6 насос

В качестве рабочего тела в турбодетандерах используются низкокипящие рабочие тела, такие как различного рода фреоны, аммиак, углекислота и др. При этом выбор рабочего тела является сложной и многокритериальной задачей. Выбор рабочего тела в значительной степени отражается и на эффективности турбодетандерного цикла. Так например цикл использующий в качестве рабочего тела аммиак обладает эксергетическим КПД 39,88% в то же время при прочих равных условиях такой же цикл но на фреоне R236EA обладает эксергетическим КПД в 49,59%.

1.8 Перспективы развития когенерации

Следующим этапом развития когенерационных схем энергоснабжения является тригенерация. Тригенерация – это процесс организации выработки одновременно трех энергий: электричества, тепла и холода. Тригенерация является более выгодной по сравнению с когенерацией, поскольку дает возможность эффективно использовать утилизированное тепло не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд.

Энергия вырабатываемая на таких установках может быть использована как локально, например на промышленном предприятии для удовлетворения собственных нужд предприятия, так и на базе ТЭС для удовлетворения нужд целых населенных пунктов.

Централизованное хладоснабжение рассматривается как исключительно эффективное энергосберегающее мероприятие, приводящее кроме всего прочего, к снижению выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Производство того или иного вида энергии в тригенерационных установках может быть получено различными способами. Одной из таких установок является тригенерационная турбодетандерная установка с производством углекислоты.

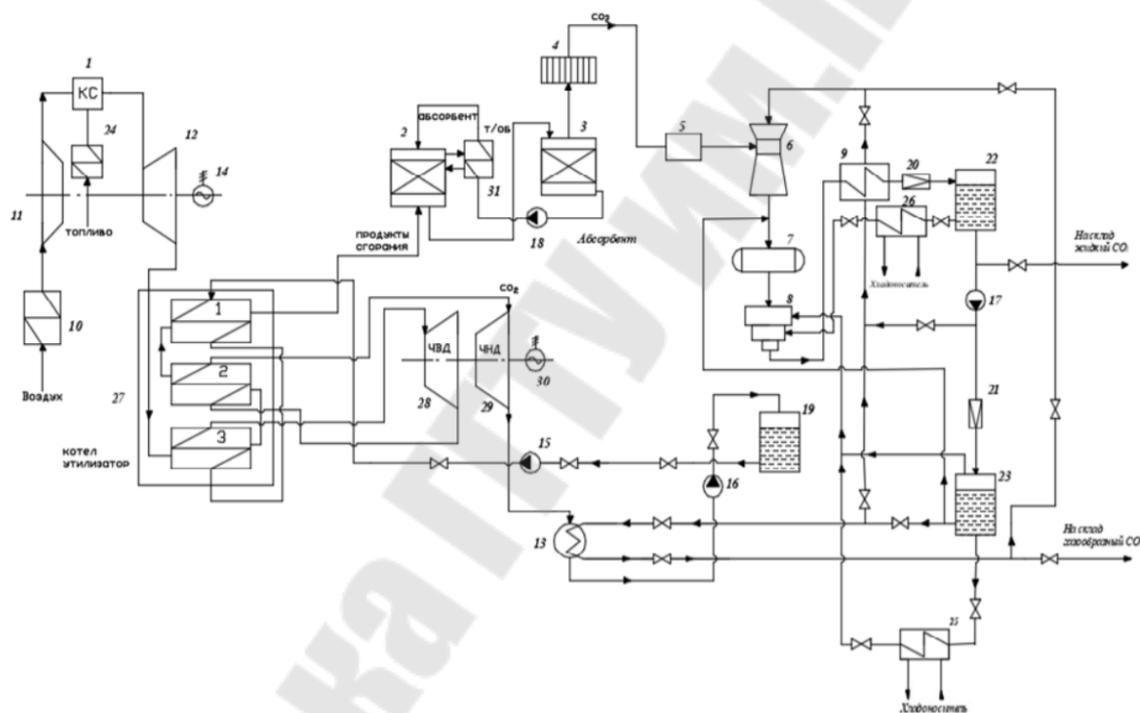


Рис. 2. ПГУ с котлом утилизатором на диоксиде углерода с промежуточным перегревом: 1 – камера сгорания; 2 – абсорбер; 3 – десорбер; 4 – брызгоотделитель; 5 – осушитель; 6 – инжектор; 7 – ресивер; 8 – компрессор; 9 – конденсатор; 10 – теплообменник; 11 – турбокомпрессор; 12 – газовая турбина; 13 – конденсатор; 14 – электрогенератор; 15, 16, 17, 18 – насосы; 19 – сборник; 20, 21 – регулирующий вентиль; 22 – сепаратор 1; 23 – сепаратор 2; 24 – теплообменник; 25, 26 – испарители; 27 – котел утилизатор; 28 – ЧВД турбодетандера; 29 – ЧНД турбодетандера; 30 – электрогенератор; 31 – теплообменник

В данной схеме выхлопные газы ГТУ подаются в котел утилизатор где отдают часть тепла низкокипящему рабочему телу (в данном случае CO₂). Тепло полученное в котле утилизаторе используется для нагрева парообразования и перегрева диоксида углерода, который далее совершает работу в турбодетандере. Далее продукты сгорания поступают в установку абсорбер-дессорбер где получается чистый CO₂. Полученная углекислота при помощи инжектора 6 подается в ресивер 7. Из ресивера сжатый в компрессоре 8 диоксид углерода подается в теплообменник 9, охлаждается, дросселируется в регулирующем вентиле 20 и сепарируется в сепараторе 22. Часть полученной жидкой углекислоты кислоты подается на склад. Вторая часть используется для получения холода и конденсации CO₂ в конденсаторе 13 турбодетандерного цикла. Получение холода в установке (тригенерация энергии) осуществляется в испарителях 25 и 26. Это приводит к повышению энергетической эффективности установки.

Таким образом данная установка позволяет не только получать CO₂ в различных агрегатных состояниях, но и одновременно вырабатывать электричество тепло и холод.

2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.

2.1 Предизолированные трубы

Предизолированный трубопровод - это специальная система, которая создана для укладки теплотрасс. Подобные трубы обладают многочисленными преимуществами и особенностями, главным при этом является то, что труба состоит из нескольких слоев, каждый из которых имеет свои характеристики.

Так, часть труб, которая предназначена для подземной прокладки, изготавливается из стали и полиуретановой оболочки, между которыми проложен теплоизоляционный слой, а вот для труб наземной системы внешняя оболочка делается из оцинковки, что позволяет эффективно защитить трассу от коррозии, негативных погодных условий, прочих воздействий.

Все предизолированные стальные изделия отличаются от прочих для прокладки теплотрасс такими преимуществами:

□ Система оперативного дистанционного контроля позволяет существенно повысить прочность и надежность таких труб, снизить все затраты на ремонт проложенных теплотрасс.

□ Сроки службы составляют около 30 лет, тогда как простые неизолированные трубопроводы служат всего 10-15 лет. Благодаря этому снижаются расходы на замену непригодных труб, обслуживание трассы, ремонт.

□ Подобная труба снижает потери тепла при использовании.

□ Стальные изолированные трассы укладываются намного проще и быстрее обычных, сроки строительства сокращаются примерно в два-три раза, так как нет необходимости устраивать каналы и колодцы, а это становится причиной снижения и всех затрат.

□ Все стальные трубы не требуют дополнительного антикоррозийного покрытия, так как уже обладают всеми необходимыми свойствами. Это позволяет снизить стоимость прокладки.

□ Теплостойкость труб составляет до 150 градусов.



Гибкие теплоизолированные трубы повышенной надежности, предназначенных прежде всего для подземной бесканальной прокладки сетей горячего водо- и теплоснабжения. Эти трубы также можно использовать в системах питьевого водоснабжения, водоотведения, в плавательных бассейнах и холодильных установках.

Трубы «Изопрофлекс-А» представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из напорной трубы «ДЖИ-ПЕКС-АМТ» с

внутренним слоем из сшитого полиэтилена (РЕХ-А), армированной высокопрочной нитью; теплоизоляционного слоя из вспененного полиуретана и защитной гофрированной полиэтиленовой оболочки. На строительную площадку трубы поставляются длинномерными отрезками, смотанными в бухты, что позволяет обойтись минимальным количеством соединений при прокладке. Как следствие, существенно снижаются производственные затраты и сроки проведения монтажных работ. В отличие от европейских аналогов, где максимальный диаметр напорной трубы составляет 110 мм, серия «Изопрофлекс-А» имеет диаметры 140 и даже 160 мм! Главное достижение разработки в том, что труба «Изопрофлекс-А» рассчитана на одновременную эксплуатацию с рабочей нагрузкой в 1,0 МПа и 95°C (кратковременно 110°C).



Предприятием «Теплообмен» в 1990 г. был разработан кожухотрубный теплообменник, не только не уступающий, но и зачастую превосходящий по комплексу потребительских свойств, современные, в т.ч. импортные, пластинчатые аппараты.

На сопоставимые условия аппараты типа ТТАИ примерно в 10 раз легче современных разборных пластинчатых теплообменников и

имеют во много раз меньше габаритный объем. По этим характеристикам они близки к неразборным пластинчатым аппаратам, но разборны и имеют меньшее гидравлическое сопротивление. Т.е. эти аппараты, оставаясь по своей сути кожухотрубными и сохраняя их преимущества, приобретают ряд новых свойств. В частности, исключительно малые массо-габаритные характеристики, индивидуальный, почти бесступенчатый, подбор, эффект самоочистки, реализуемый в процессе эксплуатации по прямому назначению, повышенное удобство при обслуживании, проявляющееся в доступности для осмотра и очистки не только трубного, но и межтрубного пространства. Рассматриваемые аппараты приобрели еще одно преимущество, которое не имели ни ранее применявшиеся кожухотрубные, ни современные пластинчатые аппараты - они не занимают места в плане, а как бы распределены по ограждающим конструкциям и в итоге зачастую как разновидность оборудования визуально вообще исчезают из технологического помещения - просто в пучке трубопроводов появляется еще одна труба несколько большего диаметра.



Внутренний вид теплообменника типа ТТАИ большой мощности.



Компенсаторы электрической мощности

Компенсация реактивной мощности — целенаправленное воздействие на баланс реактивной мощности в

узле электроэнергетической системы с целью регулирования напряжения, а в распределительных сетях и с целью снижения потерь электроэнергии.

Компенсация реактивной мощности особенно актуальна для промышленных предприятий, основными электроприёмниками которых являются асинхронные двигатели, в результате чего коэффициент мощности без принятия мер по компенсации составляет 0,7 — 0,75. Мероприятия по компенсации реактивной мощности на предприятии позволяют:

уменьшить нагрузку на трансформаторы, увеличить срок их службы,

уменьшить нагрузку на провода, кабели, использовать их меньшего сечения,

улучшить качество электроэнергии у электроприемников (за счёт уменьшения искажения формы напряжения),

уменьшить нагрузку на коммутационную аппаратуру за счет снижения токов в цепях,

избежать штрафов за снижение качества электроэнергии пониженным коэффициентом мощности,

снизить расходы на электроэнергию.

Одним из наиболее распространенных компенсаторов является автоматическая конденсаторная установка.

В зависимости от подключения конденсаторной установки возможны следующие виды компенсации:

Индивидуальная или постоянная компенсация, при которой индуктивная реактивная мощность компенсируется непосредственно в месте её возникновения, что ведет к разгрузке подводящих проводов (для отдельных, работающих в продолжительном режиме потребителей с постоянной или относительно большой мощностью - асинхронные двигатели, трансформаторы, сварочные аппараты, разрядные лампы и т.д.).

Групповая компенсация, в которой аналогично индивидуальной компенсации для нескольких одновременно работающих индуктивных потребителей подключается общий постоянный конденсатор (для находящихся вблизи друг от друга электродвигателей, групп разрядных ламп). Здесь также разгружается подводящая линия, но только до распределения на отдельных потребителей.

Централизованная компенсация, при которой определенное число конденсаторов подключается к главному или групповому распределительному шкафу. Такую компенсацию применяют, обычно, в больших электрических системах с переменной нагрузкой. Управление такой конденсаторной установкой выполняет электронный регулятор - контроллер, который постоянно анализирует потребление реактивной мощности от сети. Такие регуляторы включают или отключают конденсаторы, с помощью которых компенсируется мгновенная реактивная мощность общей нагрузки и, таким образом, уменьшается суммарная мощность, потребляемая от сети.



Кроме конденсаторных установок иногда используют синхронные компенсаторы.

3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОТРЕБЛЕНИИ ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Регулируемый электропривод

При использовании регулируемого электропривода экономия электроэнергии достигается за счет следующих мероприятий:

снижение потерь в трубопроводах;
снижение потерь на дросселирование в регулирующих устройствах;
поддержание оптимального гидравлического режима в сетях;
устранение влияния холостого хода электродвигателя;
оптимизация режима работы установки в зависимости от рабочих параметров.

Частотно-регулируемый привод— система управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) [электродвигателя](#). Состоит из собственно электродвигателя и [частотного преобразователя](#).

[Частотный преобразователь](#) (преобразователь частоты) — это устройство состоящее из [выпрямителя](#) (моста постоянного тока), преобразующего переменный ток промышленной частоты в постоянный, и [инвертора \(преобразователя\)](#), преобразующего постоянный ток в переменный требуемых частоты и амплитуды. Выходные [тиристоры](#) (GTO) или [транзисторы IGBT](#) обеспечивают необходимый ток для питания электродвигателя. Для исключения перегрузки преобразователя при большой длине [фидера](#) между преобразователем и [фидером](#) ставят [дроссели](#), а для уменьшения электромагнитных помех — [ЕМС-фильтр](#).

Преимущества применения ЧРП

Высокая точность регулирования

Экономия электроэнергии в случае переменной нагрузки (то есть работы эл. двигателя с неполной нагрузкой)

Равный максимальному пусковой момент

Возможность удалённой диагностики привода по [промышленной сети](#)

Распознавание выпадения фазы для входной и выходной цепей

Учёт моточасов

Повышенный ресурс оборудования

Уменьшение гидравлического сопротивления трубопровода из-за отсутствия регулирующего клапана

Плавный пуск двигателя, что значительно уменьшает его износ

ЧРП как правило содержит в себе [ПИД-регулятор](#) и может подключаться напрямую к датчику регулируемой величины (например, давления).

Управляемое торможение и автоматический перезапуск при пропадании сетевого напряжения

Подхват вращающегося электродвигателя
Стабилизация скорости вращения при изменении нагрузки
Значительное снижение акустического шума электродвигателя,
(при использовании функции «Мягкая ШИМ»)
Дополнительная экономия электроэнергии от оптимизации
возбуждения эл. двигателя

Позволяют заменить собой автоматический выключатель

Недостатки применения ЧРП

Большинство моделей ЧРП являются источником помех
Сравнительно высокая стоимость для ЧРП большой мощности
(окупаемость минимум 1-2 года)
Старение конденсаторов главной цепи



Конденсатоотводчики

Конденсатоотводчиками называются конструкции арматуры, предназначенные для автоматического отвода конденсата. Конденсат может появляться в результате потери паром тепла в теплообменниках и при прогреве трубопроводов и установок, когда часть пара превращается в воду. Наличие конденсата в паровых системах приводит к гидроударам, снижению тепловой мощности и ухудшению качества пара.

Принципиально можно выделить два типа применения конденсатоотводчиков:

отвод конденсата от теплообменного оборудования (змеевики, калориферы, скоростные и емкостные подогреватели, стерилизаторы, пароспутники и пр.);

отвод конденсата от паропроводов (основные и вспомогательные паропроводы, паровые коллекторы, сепараторы пара).

При отводе конденсата от теплообменников, необходимо, чтобы пар, сконденсировавшись и таким образом, передав нагреваемой среде скрытую теплоту парообразования, был удален из теплообменника. Если не использовать конденсатоотводчик на выходе теплообменного аппарата, то часть пара, не успевшая сконденсироваться, выйдет из теплообменника в виде так называемого пролетного пара и может быть безвозвратно потеряна. Если пролетный пар не использовать, то процесс нагрева является крайне неэффективным, потому что потери пролетного пара порой могут достигать 20% и более. Таким образом, конденсатоотводчик способствует энергосбережению. Пролетный пар провоцирует гидроудары в конденсатных линиях. Работа конденсатоотводчика заключается в гидравлическом разделении паровой и конденсатной сторон.

конденсатной сторон.

Наиболее распространенные типы конденсатоотводчиков, конструкция, принципы действия, особенности:

1. Термодинамический.

[термодинамический](#);

[термодинамический с воздухоотводчиком и рубашкой](#).

2. Термостатический:

[биметаллический](#);

биметаллический, с регулируемой настройкой температуры;

[сбалансированный по давлению, с капсулой в виде сиффона](#);

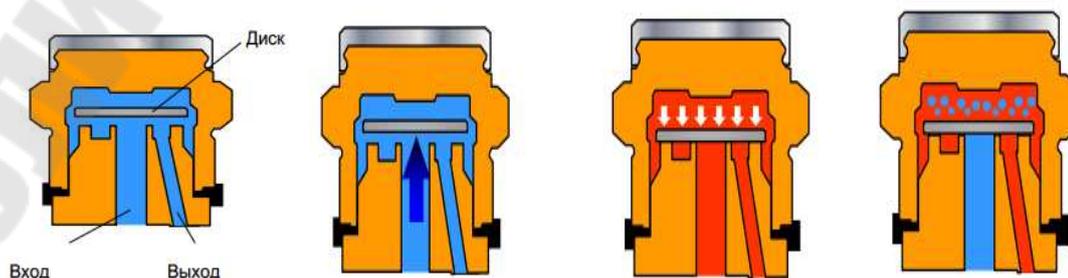
сбалансированный по давлению, с мембранной капсулой.

3. Механический:

[поплавковый со свободноплавающим поплавком](#);

[поплавковый с рычажным механизмом](#);

[с перевернутым стаканом](#).



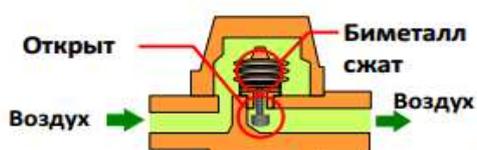
Достоинства:

- Малые габариты и вес;
- Простая конструкция;
- Устойчивость к гидроударам и размораживанию;
- Монтаж в любом положении;
- Работа на высоких давлениях и температурах;
- Относительно легкая диагностика.

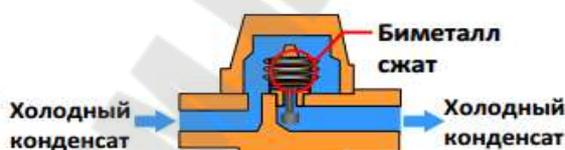
Недостатки:

- Блокировка воздухом (в моделях без встроенного воздухоотводчика);
- Неудовлетворительная работа на низких давлениях пара и противодавлении выше 50% от входного давления пара;
- Наличие прорыва пара при срабатывании;
- Учащенные срабатывания за счет теплотерь в окружающую среду и как следствие уменьшение ресурса (в моделях без паровой или воздушной рубашки).
- Ускоренный износ за счет прямого контакта пара и клапана;
- Низкая ремонтпригодность;
- Слабая устойчивость к загрязнениям.

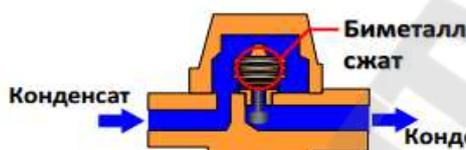
• Отвод воздуха на пуске



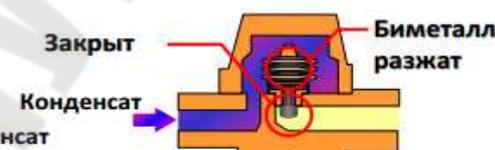
• Отвод холодного конденсата



• Отвод конденсата



• Горячий конденсат

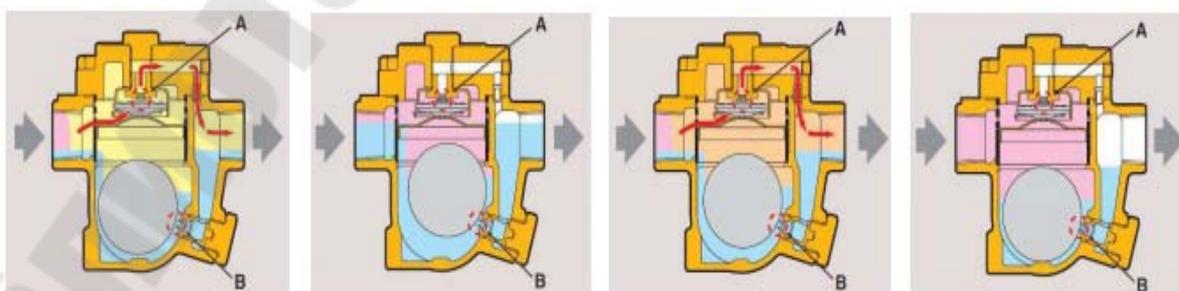


Достоинства:

- Монтаж в любом положении;
- Малые габариты и вес;
- Тихая работа;
- Эффективный отвод воздуха и неконденсируемых газов;
- Возможность работы при высоких давлениях и температурах;
- Конденсат выходит доохлажденным.

Недостатки:

- Слабо устойчив к загрязнению;
- Непригоден для работы с переменным расходом конденсата;
- Биметаллические пластины склонны к износу из-за усталости металла и коррозии.



Достоинства:

- Эффективный отвод воздуха и неконденсируемых газов;
- Отвод конденсата в непрерывном режиме;
- Возможность работы с высокими расходами конденсата;
- Выпуск конденсата с температурой насыщения при высоких и низких нагрузках;
- Простая конструкция, отсутствие трущихся частей, отличная ремонтпригодность.

Недостатки:

- Клапан подвержен засорению;
- При неисправности закрыт.

АСКУЭ

Целями создания АСКУЭ являются: организация учета и контроля отпуска, передачи и потребления тепловой и электрической энергии, а также топлива; повышение точности учета при производстве, отпуске, передаче и потреблении тепловой энергии и топлива, обеспечение точной, достоверной и легитимной информацией о потреблении тепловой энергии и топлива.

Применение автоматизированной системы управления топливоиспользующими установками позволит оптимизировать процесс сжигания топлива, повысит эффективность теплообмена и теплопередачи, обеспечит надежную работу и достижение максимального КПД установок во всех режимах.

Система в параллельном режиме (одновременно) производит полностью автоматические:

Сбор данных с счетчиков и контроллеров через выделенные и коммутируемые каналы связи;

Самодиагностику и диагностику компонентов нижнего уровня;

Проведение расчетов;

Анализ полноты данных и проведение дополнительных расчетов и дополнительного сбора недостающих данных.



Светодиодное освещение

Сегодня на рынке светотехники предлагаются осветительные приборы на любой вкус. Приобрести можно лампы самых разных характеристик и назначений. И, конечно, как у любого товара, у каждого вида ламп свои плюсы и минусы. Все более популярными

становятся светодиодные лампы, состоящие из светоизлучающих диодов. Раньше их можно было увидеть только в качестве индикаторов да на светодиодных табло – например, на стадионах. Но постепенно мощность светодиодов все увеличивается, и сегодня уже предлагаются светодиодные лампы. Преимущества и недостатки светодиодных ламп освещения мы и рассмотрим.

Преимущества светодиодных ламп

Конечно, первое – и самое главное – это экономичность. Светодиодная лампа расходует в 10 раз меньше электроэнергии для того, чтобы обеспечить освещенность такую же, как обычная лампочка

Благодаря тому, что светодиод – это кристалл, в нем нет бьющихся и перегорающих частей, обеспечивается долгий срок службы – до ста тысяч часов. При обычном использовании лампа в комнате горит около 4 часов в сутки, а, значит, светодиодная лампа при таком же режиме использования будет работать больше 68 лет. Конечно, все зависит от качества лампы и условий использования. Рынок наводнен дешевыми светодиодными лампами, которые не выдерживают и нескольких месяцев работы – при том, что качественные лампы действительно работают очень долго.

Светодиоды устойчивы к ударам, вибрации и низким температурам, что позволяет использовать их не только в помещении, но и в качестве уличного освещения.

В составе световых диодов нет токсичных материалов – к примеру, ртути. Поэтому утилизация отработанных светодиодов не требует никаких дополнительных затрат.

Отсутствие ультрафиолетового излучения. Эта особенность очень важна при использовании светодиодных проводников для освещения отдельных деталей или объектов. Ведь ультрафиолетовое излучение вызывает нагрев и выгорание обивки мебели, краски на картинах и тому подобное.

Недостатки светодиодов

Первый и самый главный недостаток – стоимость. Если сравнивать с другими лампами, то она на порядок выше их стоимости. Но, если учесть сэкономленные деньги на оплату электроэнергии, на обслуживание и утилизацию, то окупаемость такой лампы составит порядка трех-пяти лет.

Еще одна особенность – светодиодные лампы нельзя устанавливать в закрытые светильники, поскольку в них нет доступа

воздуху. Хотя светодиод греется практически незаметно, но сегодняшние мощные светодиоды греются гораздо сильнее, и для охлаждения имеют радиатор. Дело в том, что при температуре выше 60°C светодиод выходит из строя – мутнеет, и свет его становится уже не таким ярким. То есть нельзя будет использовать светодиоды в помещениях с высокой влажностью и при высокой температуре.

Вес светодиодной лампы довольно ощутимый – особенно мощных по яркости. Основная часть этого веса приходится на радиатор.



Утепление зданий

□ Расчетное сопротивление теплопередаче существующих окон зданий и сооружений не соответствует требованиям вышеуказанного нормативного документа. Кроме того, из-за отсутствия уплотняющих прокладок, наблюдается повышенная инфильтрация наружного воздуха через неплотности притворов окон. Это в свою очередь приводит к завышенному расходу тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции зданий. Для приведения сопротивления теплопередаче наружных стеновых ограждающих конструкций и оконных блоков зданий к нормативным значениям рекомендуется:

Провести работы по нанесению дополнительной тепловой изоляции на ограждающие конструкции зданий;

Провести работы по уплотнению и герметизации оконных рам;

Провести замену старого остекления на стеклопакеты ПВХ.

Наружное утепление стен

Снижение тепловых потерь через стены достигается устройством дополнительной (внешней или внутренней) тепловой

изоляции. Для климатических условий Республики Беларусь предпочтительна, с теплофизической точки зрения, внешняя тепловая изоляция.

В настоящее время используется несколько способов теплоизоляции наружной поверхности стен, один из которых – теплоизоляция наружной поверхности стен снаружи с защитой и отделкой тонкослойной штукатуркой (система «Термошуба» СКТБ «Сармат») Система «Термошуба» позволяет утеплять стены зданий любой этажности и огнестойкости как при новом строительстве, так и при реконструкции существующих эксплуатируемых зданий без усиления стен и фундаментов, защитить наружные поверхности стен от разрушения.

Конструкция утепленных стен:

Существующая конструкция наружных стен;

Теплоизоляционный слой (плита утеплителя) из минеральной ваты или пенополистирола «САРМАТЕРМ», прикрепленный к подготовленной поверхности клеящими составами «САРМАЛЕП» и закрепленный дюбелями-анкерами;

Армирующий слой из клеящих составов «САРМАЛЕП» с одним или двумя слоями строительной сетки;

Декоративно-защитный слой с применением штукатурного состава «САРМАЛИТ» выбранной фактуры без окраски или с последующим покрытием фасадной краской.

Система «Термошуба» позволяет:

- утеплять стены зданий любой этажности и огнестойкости как при новом строительстве, так и при реконструкции существующих эксплуатируемых зданий без усиления стен и фундаментов;
- экономить эксплуатируемые площади за счет размещения утепления снаружи стен;
- защитить наружные поверхности стен от разрушения;
- выполнять работы по утеплению при любых погодных условиях в диапазоне температур от 25°C до –12°C;
- применять специально предназначенную для стен высококачественную экономную плиту FASROCK.



Литература

1. Крутов, В. И. Основы научных исследований: учебник для техн. вузов / В.И. Крутов [и др.]; под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова – Москва: Высшая школа, 1989. – 400 с.
2. Сабитов, Р. А. Основы научных исследований : учеб. пособие / Р.А. Сабитов. – Челябинск, 2002. – 352с.
3. Кузнецов, И.Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издат.-торговая корпорация "Дашков и К", 2006. – 460 с.
4. Тихонов, В.А. Основы научных исследований: теория и практика, учебное пособие. – Москва: Гелиос АРВ, 2006. – 283с.
5. Папковская, П.Я. Методология научных исследований: курс лекций. – 2-е изд., изм. – Москва: Информпресс, 2006. – 182 с.
6. Стрельский, В.И. Основы научно-исследовательской работы студентов. – Киев, 2006. – 412с.
7. Лобова, Г. Н. Основы подготовки студентов к исследовательской деятельности / Г.Н. Лобова. – Москва: ИЦ АПО, 2000. – 187с.
8. Бакластов, А.М. Промышленные теплообменные процессы и установки / А.М. Бакластов [и др.]; под общ. ред. А.М. Бакластова. – Москва: Энергоиздат, 1986. – 328 с.
9. Лебедев, П.Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий / П.Д. Лебедев, А.А. Щукин. – Москва: Энергия, 1970. – 408 с.
10. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: учебное пособие для вузов / Е.Я. Соколов. – Москва: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
11. Исаев, Г.Н. Документальные источники научной информации: Учебное пособие / Под ред. Ю.Б. Башина. – Москва: Институт информационного менеджмента, 1996. – 182с.
12. Кузнецов, И.Н. Научные работы: Методика подготовки и оформления / авт.- сост. И.Н. Кузнецов. 2-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2000. – 175с.
13. Протасов, К.С. Статистический анализ экспериментальных данных / К.С. Протасов – Москва: Мир, 2005.–142 с.
14. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / В.А. Григорьев [и др.]; под общей ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – Кн. 4. – 586 с.

15. Овсянник, А.В. Теплообмен и моделирование при кипении на теплоотдающих поверхностях / А.В. Овсянник. LAP Lambert Academic Publishing ISBN: 978-613-9-85413-4, 2018.–339 с.

16. Овсянник, А. В. Турбодетандерная установка на диоксиде углерода с производством жидкой и газообразной углекислоты // А.В. Овсянник / Энергетика. Изв. Высш. Учебн. Заведений и энерг. Объединений СНГ. – 2019. – №1 (62). – С. 77 – 87.

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Пособие
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-43 01 05
«Промышленная теплоэнергетика»
дневной и заочной форм обучения**

Составитель **Овсянник** Анатолий Васильевич

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 01.04.21.

Рег. № 70Е.
<http://www.gstu.by>