

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

№92, Декабрь 2022  
(Часть 12)



Самара, 2022

T33

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №92, Декабрь 2022 (Часть 12) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022 - 140 с.**

**doi:** 10.18411/trnio-12-2022-p12

**Тенденции развития науки и образования** - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»  
© Университет дополнительного  
профессионального образования

УДК 001.1  
ББК 60

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Черноятов Александр Михайлович**

Кандидат экономических наук, Профессор

**Царегородцев Евгений Леонидович**

Кандидат технических наук, доцент

**Пивоваров Александр Анатольевич**

Кандидат педагогических наук

**Малышкина Елена Владимировна**

Кандидат исторических наук

**Ильященко Дмитрий Павлович**

Кандидат технических наук

**Дробот Павел Николаевич**

Кандидат физико-математических наук, Доцент

**Божко Леся Михайловна**

Доктор экономических наук, Доцент

**Бегидова Светлана Николаевна**

Доктор педагогических наук, Профессор

**Андреева Ольга Николаевна**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Абасова Самира Гусейн кызы**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Попова Наталья Владимировна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

**Вражнов Алексей Сергеевич**

Кандидат юридических наук

**Ерыгина Анна Владимировна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Чебыкина Ольга Альбертовна**

Кандидат психологических наук

**Левченко Виктория Викторовна**

Кандидат педагогических наук

**Петраш Елена Вадимовна**

Кандидат культурологии

**Романенко Елена Александровна**

Кандидат юридических наук, Доцент

**Мирошин Дмитрий Григорьевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ефременко Евгений Сергеевич**

Кандидат медицинских наук, Доцент

**Шалагинова Ксения Сергеевна**

Кандидат психологических наук, Доцент

**Катермина Вероника Викторовна**

Доктор филологических наук, Профессор

**Полицинский Евгений Валериевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Жичкин Кирилл Александрович**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Пузыня Татьяна Алексеевна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Ларионов Максим Викторович**

Доктор биологических наук, Доцент

**Афанасьева Татьяна Гавриловна**

Доктор фармацевтических наук, Доцент

**Байрамова Айгюн Сеймур кызы**

Доктор философии по техническим наукам

***Лыгин Сергей Александрович***

Кандидат химических наук, Доцент

***Заломнова Светлана Петровна***

Кандидат педагогических наук, Доцент

***Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна***

Кандидат педагогических наук, Доцент

***Радкевич Михаил Михайлович***

Доктор технических наук, Профессор

***Гуткевич Елена Владимировна***

Доктор медицинских наук

***Матвеев Роман Сталинарьевич***

Доктор медицинских наук, Доцент

***Шамутдинов Айдар Харисович***

Кандидат технических наук, Профессор

***Найденов Николай Дмитриевич***

Доктор экономических наук, Профессор

***Романова Ирина Валентиновна***

Кандидат экономических наук, Доцент

***Хачатурова Карине Робертовна***

Кандидат педагогических наук

***Кадим Мундер Мулла***

Кандидат филологических наук, Доцент

***Григорьев Михаил Федосеевич***

Кандидат сельскохозяйственных наук

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>РАЗДЕЛ XVIII. МАТЕМАТИКА</b> .....	8
<b>Полякова И.С.</b> Умножение чисел разных знаков. Теория переходов через ноль .....	8
<b>Садовников Н.В., Новичкова Т.Ю., Шипанова Е.В.</b> Типовые обыкновенные уравнения и неравенства бесконечнозначной логики без отрицаний .....	11
<b>РАЗДЕЛ XIX. НАУКИ О ЗЕМЛЕ</b> .....	14
<b>Адельгужин И.А.</b> Специфика геодинамики полуострова Таймыр в аспекте гравитационной аномалии .....	14
<b>Адельгужин И.А.</b> История изученности геодинамики полуострова Таймыр по геофизическим данным .....	17
<b>Батраев С.А.</b> К вопросу о разработке многопластовых залежей с гидродинамически связанными пластами .....	19
<b>Иванова Е.Ю., Кухтенков Д.А.</b> Международный опыт развития электронных информационных систем в сфере мониторинга и охраны окружающей среды .....	20
<b>Кузнецов Е.В., Шакиров Р.Р.</b> Влияние жизнедеятельности бобра обыкновенного на гидрологический режим малых рек (на примере реки Удвянки).....	23
<b>Меркулов П.И., Меркулова С.В.</b> Теория геоэкологического анализа социоприродных процессов .....	26
<b>Петров И.В.</b> Перспективы использования растворов полимеров при вытеснении нефти .....	30
<b>Силизнёв С.В.</b> Зависимость магнитного поля и атмосферной перегонки нефтяного сырья.....	31
<b>Силизнёв С.В.</b> Инновационная деятельность на предприятиях нефтегазового комплекса.....	34
<b>Старожилов В.Т.</b> Природа в границах: модели фундамента практик освоения, мониторинга; берег это граница (стык) морских и континентальных ландшафтов нооландшафтосферы.....	36
<b>Сунагатуллин А.А.</b> Ключевые особенности органических ингибиторов коррозии в нефтяной промышленности .....	41
<b>Третьяков В.И.</b> Сокращение расстояния транспортирования вскрыши за счет формирования транспортной перемычки .....	43
<b>Яковлева Д.С.</b> Система управления непрерывной перегонкой нефти.....	46
<b>РАЗДЕЛ XX. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ</b> .....	49
<b>Логвинчук Т.М.</b> Общие базовые требования к обеспечению безопасности обогащенных растворимых чайных напитков при их изготовлении .....	49
<b>Логвинчук Т.М.</b> Разработка рецептур растворимых чайных напитков, обогащенных комплексом витаминов группы В .....	51
<b>Фазулина О.Ф., Смирнов С.О.</b> Адаптационные процессы в организме человека .....	54
<b>Фазулина О.Ф., Смирнов С.О.</b> Анализ современного состояния рынка лечебного питания.....	56

<b>Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.</b> Медико-технические требования, предъявляемые к продукту для энтерального питания больных с повышенной потребностью в белке .....	58
<b>Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.</b> Современные подходы к созданию специализированных продуктов питания, влияющих на обмен веществ в организме человека .....	61
<b>Федорова А.В.</b> Роль регуляторов роста в развитии овощных и бобовых культур .....	64
<b>РАЗДЕЛ XXI. ЭЛЕКТРОНИКА</b> .....	67
<b>Гревцев А.Н.</b> Влияние температуры на положение рабочей точки усилительного каскада с общим эмиттером .....	67
<b>Ермолаева В.В., Атясов Н.А., Петров Г.В.</b> Подзарядка электрических инвалидных колясок на территориях учебных заведений .....	70
<b>РАЗДЕЛ XXII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА</b> .....	74
<b>Винтайкина Д.А., Астанаева Ю.Р.</b> Анализ методов повышения энергоэффективности электропривода с асинхронным двигателем .....	74
<b>Зиятдинова А.Р., Хабибуллина И.И., Попкова О.С.</b> Гибридная система охлаждения двигателя электромобиля – проектирование, модель и управление .....	76
<b>Лаврин М.С.</b> Метод пьезоэлектрического управления светодиодным освещением .....	78
<b>Лаврин М.С.</b> Обзор отказов силовых трансформаторов в распределительных сетях 10/0,4 кВ .....	79
<b>Марусова Я.А.</b> Устройство резервного электропитания .....	81
<b>Попкова О.С., Сарбаева Я.И., Шаяхметов Ф.Р.</b> Радиатор отопления .....	84
<b>Сапронова Ю.С.</b> Стабилизатор постоянного напряжения .....	86
<b>Сумбаев С.Ю.</b> Обзор стабилизатора постоянного напряжения .....	89
<b>Суслова К.Ю.</b> Несимметрии напряжения электродвигателей .....	91
<b>Шестакова Л.А.</b> Особенности лакокрасочных теплопроводящих медь - полимерных покрытий, получаемых методом катодного электроосаждения .....	93
<b>РАЗДЕЛ XXIII. ЭНЕРГЕТИКА</b> .....	97
<b>Антонова Д.О.</b> Анализ способов организации мониторинга тепловых процессов зданий .....	97
<b>Антонова Д.О.</b> Пункты временного размещения, оснащенные палаточными городками с системами воздушного отопления .....	99
<b>Блажнов А.А.</b> Снижение теплопотребления общественного здания в программе IES VE ...	101
<b>Гайнанов И.И.</b> Интегральный теплообмен призмы .....	104
<b>Гайнанов И.И.</b> Исследования процесса кондуктивного нагрева слоя древесного материала при различных давлениях среды .....	106
<b>Грибков В.А.</b> Накопители энергии в энергосети .....	108
<b>Захир Б.Ш.</b> Энергетика в качестве хозяйственного механизма .....	110
<b>Мамелин А.И., Голов П.В.</b> Метод риск-анализа для прогнозирования технического состояния электрооборудования трансформаторных подстанций .....	113
<b>Маслов Д.П.</b> Обзор устройств для определения мест повреждения кабельных линий .....	117

---

<b>Маслов Д.П.</b> Технология устройств регистрации ионного тока в камере сгорания ходового двигателя.....	119
<b>Медведева О.Н.</b> Анализ развития энергоэффективного строительства в России.....	121
<b>Парамонова А.О.</b> Некоторые проблемы использования солнечной энергии .....	123
<b>Парамонова А.О.</b> Проектирование и эксплуатация турбоустановок малой энергетики .....	125
<b>Петров А.А.</b> Способы повышения эффективности и надежности системы теплоснабжения.....	127
<b>Соболь А.Н., Андреева А.А., Федорец А.В.</b> Возможности устройств защиты электрических двигателей и генераторов.....	130
<b>Сумбаев С.Ю.</b> Тенденция кинетических накопителей энергии.....	133
<b>Худякова Е.А.</b> Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения.....	135

## РАЗДЕЛ XVIII. МАТЕМАТИКА

Полякова И.С.

## Умножение чисел разных знаков. Теория переходов через ноль

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-539

**Аннотация**

В статье рассмотрены два множества чисел, положительные и отрицательные, сказано, что при условии «минус на минус будет минус» минус единица на множестве отрицательных чисел соответствует единице на множестве положительных и при возведении отрицательных чисел в нулевую степень получается единица отрицательного множества – минус один. Если мы делим множества, то на них могут работать разные законы, на положительном и отрицательном – смежном множестве- быть «минус на минус будет плюс», а на отрицательном множестве «минус на минус будет минус». Тогда при возведении отрицательных чисел в степени будут получаться отрицательные числа, как и должно быть.

**Ключевые слова:** отрицательные числа, умножение, положительные числа, возведение в степень, чередование знаков, множество.

**Abstract**

The article considers two sets of numbers, positive and negative, it is said that under the condition «minus by minus will be minus» minus one on the set of negative numbers corresponds to one on the set of positive ones. When raising negative numbers to a zero degree, a unit of a negative set is obtained - minus one. If we divide sets, then different laws can work on them, on the positive and negative - adjacent set - there will be «minus by minus will be plus» law and on the negative set «minus by minus will be minus». When raising negative numbers to a degree negative numbers will be obtained, as they should be.

**Keywords:** negative numbers, multiplication, positive numbers, exponentiation, alternating characters, set

Если минус на минус будет плюс, то при накоплении отрицательных чисел (возведении их в степень) мы получаем число положительное. Является ли это утверждение верным?  $-(-1)=+1$ , в данном случае минус на минус будет плюс, при вычитании. Но будет ли работать это правило при умножении? Правило «Минус на минус будет плюс» получается при вычитании и применяется к умножению.

При клонировании отрицательных чисел мы через раз получаем положительные. Положительные числа мы получаем периодически, не всегда, а при четных степенях  $(-2)^*(-2)=+4$ ;  $(-2)^*(-2)^*(-2)=-8$  и т.д. [1, 2, 3]

Пусть минус на минус будет минус. Тогда при умножении отрицательных чисел на минус единицу, числа остаются неизменными.

Также как при умножении положительных чисел на единицу во множестве положительных чисел, положительные числа остаются неизменными. Единица и минус единица не меняют числа. Таким образом, множества положительных и отрицательных чисел получаются симметричными и противоположны. Если мы считаем, что минус единица – это единица во множестве отрицательных чисел.

$a*1=a$ , где единица – это единица на разных множествах чисел, для положительных чисел это 1, а для отрицательных – это (-1).

$(-2)^0=-1$ , то есть отрицательное число в нулевой степени дает единицу отрицательного множества – минус один.

Тогда мы разделяем отрицательные и положительные множества. И воспринимаем их как симметричные. Симметрично отразили положительное множество и получили отрицательное. Тогда противоречие, что  $(-2)/(-2)=-1$  можно интерпретировать так: число при делении само на себя дает единицу в этом множестве. Для положительных чисел это  $1: 2/2=1$ , а для отрицательных  $(-1)$ :  $(-2)/(-2)=(-1)$ . Тогда мы поставили соответствие  $2 \sim (-2)$ , а  $1 \sim (-1)$ . Мы двойке поставили в соответствие минус двойку, а единице соответственно минус единицу...

$(-2)/(-2)=-1$  от этого равенства можно прийти к исходному:  $(-2)*(-1)=(-2)$ . Надо перейти от деления к умножению. Значит, минус единица на множестве отрицательных чисел не меняет исходного числа. Значит, минус единица  $(-1)$  на множестве отрицательных чисел соответствует единице на множестве положительных. И является единицей на множестве отрицательных чисел. Тогда:

$$(-2)*1=(-2);$$

$$(-2)*(-1)=(-2); (-2)*\pm 1=(-2)$$

Тогда  $(-1)=1$ , что неверно.

Но  $+1$  не относится к множеству отрицательных чисел, относится к множеству положительных. Мы переходим из множества в множество.

$(-2)*(2-2)=(-4)-4=-8$ , что неверно. Но если мы будем отличать минусы: минус перед числом как знак числа и минус как вычитание чисел, тогда:

$$(-2)*(2 - 2)=(-2)*2 - (-2)*2=(-4) - (-4)=0,$$

Для ясности рассуждений эти минусы пока можно различать. Вычитание также можно выделять пробелами. Отрицательные числа будем записывать в скобках для облегчения понимания. Число минус оно само дает ноль.

$$(2 - 2)*(-2)=2*(-2) - 2*(-2)=(-4) - (-4)=0 - \text{ведь здесь нет умножения минус на минус.}$$

Рассмотрим еще пример:

$$((-2) - 2)*(-2)=(-2)*(-2) - 2*(-2) - \text{и вот тут чему это будет равно?}$$

Если минус на минус равно плюс, то  $4 - (-4)=8$  - верно.

Если минус на минус равно минус, то  $(-4) - (-4)=0$  - неверно.

$$(2 - (-2))*(-2)=2*(-2) - (-2)*(-2)=(-4) - (-4)=0.$$

Тогда чему равно  $2 - (-2)$ ?

$$(-4) - (+4) = (-8).$$

Рассмотрим четыре случая:

$$(-4)+4=0$$

$$(-4) - 4=(-8); (-4)+(-4)=(-8); (-4) - (-4)=0; 4 - (-4)=8; \text{Тогда } 2 - (-2)=4.$$

$$(-2)*((-2)+3)=(-2);$$

$$(-2)*((-2)+3)=(-2)*(-2)+(-2)*3=(-4)+(-6)=(-10); \text{что неверно. Потому что мы работаем в}$$

разных множествах чисел. Но если только во множестве отрицательных:  $(-2)*((-2)+(-3))=(-2)*(-2)+(-2)*(-3)=(-4)+(-6)=-10$  [4, 5];

Мы переходим из множества в множество и получаем неправильные значения.

**Теория переходов.** Может быть, во множестве отрицательных чисел работают по своим законам, где минус на минус будет минус. А во множестве смежном - по своим, где минус на минус будет плюс. То есть, если мы работаем на множестве отрицательных чисел, то минус на минус будет минус. А если и на множестве отрицательных и положительных, переходя через ноль, то минус на минус будет плюс. Мы как будто работаем на границе множеств, где работают совсем другие законы.

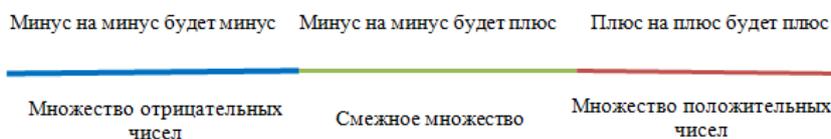


Рисунок 1. Знаки умножения для разных множеств

Тогда  $(-2)*((-3)+2)=(-2)*(-1)=2=(-2)*(-3)+(-2)*2=6+(-4)=2$ , что верно/

$(-2)*((-2)+3)=(-2)*1=(-2)=(-2)*(-2)+(-2)*3=4+(-6)=(-2)$ ; что также верно. В данных примерах у нас есть переходы через ноль, переходы из положительных чисел в отрицательные, поэтому мы работаем по правилу «минус на минус будет плюс».

Тогда не будет чередования знаков степеней отрицательных чисел, и с отрицательными числами мы будем работать в отрицательных категориях, где минус на минус будет минус.

$(-3)*((-2)+(-3))=(-3)*(-5)=(-3)*(-2)+(-3)*(-3)=(-6)+(-9)=(-15)$  – здесь нет перехода через ноль, поэтому мы работаем по правилу «минус на минус будет минус».

$(-3)*((-2)+3)=(-3)*1=(-3)=(-3)*(-2)+(-3)*3=6+(-9)=(-3)$  – здесь есть переход через ноль, поэтому мы работаем по правилу «минус на минус будет плюс».

В первом случае минус на минус будет минус. А во втором минус на минус будет плюс, так как мы работаем с положительным числом 3 и попадаем в смежное множество.

Если примеры для вычисления длинные, но они тоже содержат переходы через ноль, то работаем по правилу «минус на минус будет плюс».

$(-3)*((-2)+(-3))+(-3)*((-2)+3)=(-3)*(-5)+(-3)*1=15+(-3)=12=(-3)*((-2)+(-3)+(-2)+3)=(-3)*(-4)=12$ .

Возможно, для длинных примеров можно работать по обоим правилам. Возводить отрицательные числа в степени нужно только по правилу «минус на минус будет минус»:

$$(-2)^4+(-3)*((-2)+(-3))=(-16)+(-3)*(-5)=(-16)+(-15)=(-31);$$

$$(-2)^4+(-3)*((-2)+3)=(-16)+(-3)*1=(-16)+(-3)=(-19);$$

$$(-2)^4+(-3)*((-3)+2)=(-16)+(-3)*(-1)=(-16)+3=(-13);$$

Тогда левую часть последнего примера мы вычисляем по правилу «минус на минус будет минус», а правую часть – по правилу «минус на минус будет плюс». Но возводим отрицательные числа в степени только по правилу: «минус на минус будет минус».

$$(-2)^4*(-3)*((-3)+2)=(-16)*(-3)*(-1)=48*(-1)=(-48);$$

В последнем примере мы возводим  $(-2)$  в четную степень по правилу «минус на минус будет минус», а дальше работаем по правилу «минус на минус будет плюс», потому что у нас есть переход через ноль, мы работаем в смежном множестве.

Тогда согласно этому правилу, если раньше  $(-3)*(-2)=6$ , то теперь  $(-3)*(-2)=(-6)$  – только для отрицательных чисел.

Таким образом, можно решить противоречие при умножении отрицательных чисел и работе с ними. Если мы попадаем в смежное множество – в расчетах встречаются как положительные, так и отрицательные числа, то мы работаем по правилу «минус на минус будет плюс», а если только во множество отрицательных чисел, то по правилу «минус на минус будет минус».

\*\*\*

1. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. – М.: АСТ, 2006. – 509 с.
2. Евграфов М. А. Аналитические функции. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Наука, 1968. – 472 с.
3. Мордкович, А.Г. Алгебра. 7 класс. Часть 1 / А.Г. Мордкович. - М.: Мнемозина, 2013. - 175 с.
4. Полякова И.С. Отрицательные числа и работа с ними. Минус единица. Накопление отрицательной степени Сборник докладов: Второй Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов» (МКАП13). – Москва, 2022, С. 172-175.
5. Полякова И.С. Умножение на ноль с учетом множества совокупных чисел // Тенденции развития науки и образования, №83, Самара, 2022. ч.2. – С.95-98.

Садовников Н.В., Новичкова Т.Ю., Шипанова Е.В.

## Типовые обыкновенные уравнения и неравенства бесконечнозначной логики без отрицаний

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии Хрулева  
(филиал г. Пенза)  
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-540

**Аннотация**

Решение обыкновенных уравнений и неравенств (систем уравнений и неравенств) бесконечнозначной логики продолжается до получения типовых уравнений и неравенств, решение которых обычно заготовлены (известны) заранее. Данная статья и посвящена получению этих готовых в последствии решений уравнений и неравенств бесконечнозначной логики. Рассматриваются 11 типовых уравнений и неравенств бесконечнозначной логики и их решения, получающиеся из исходных использованием определений основных операций: дизъюнкции бесконечнозначной логики и конъюнкции бесконечнозначной логики. После раскрытия этих операций исходное уравнение (неравенство) обычно сводится к объединению систем, откуда следует искомое решение.

**Ключевые слова:** обыкновенные уравнения и неравенства бесконечнозначной логики, системы обыкновенных уравнений и неравенств бесконечнозначной логики, типовые уравнения и неравенства бесконечнозначной логики, объединение систем уравнений и неравенств бесконечнозначной логики, дизъюнкция бесконечнозначной логики, конъюнкция бесконечнозначной логики.

**Abstract**

The solution of ordinary equations and inequalities (systems of equations and inequalities) of infinite-valued logic continues until obtaining typical equations and inequalities, the solution of which is usually prepared (known) in advance. This article is devoted to obtaining these solutions of equations and inequalities of infinite-valued logic that are ready later. 11 typical equations and inequalities of infinite-valued logic and their solutions are considered, obtained from the original ones using the definitions of the main operations: disjunction of infinite-valued logic and conjunction of infinite-valued logic. After the disclosure of these operations, the original equation (inequality) is usually reduced to the union of systems, from which the desired solution follows.

**Keywords:** ordinary equations and inequalities of infinite-valued logic, systems of ordinary equations and inequalities of infinite-valued logic, typical equations and inequalities of infinite-valued logic, union of systems of equations and inequalities of infinite-valued logic, disjunction of infinite-valued logic, conjunction of infinite-valued logic.

При решении обыкновенных уравнений (неравенств, систем уравнений и неравенств) бесконечнозначной логики процесс последовательного упрощения исходного уравнения (неравенства) обычно продолжается до получения типовых уравнений и неравенств, решение которых должны быть заготовлены заранее. Этим и займемся в данной статье, рассмотрим основные типовые уравнения и неравенства бесконечнозначной логики с одним неизвестным, не содержащие отрицания.

1. Простое уравнение бесконечнозначной логики  $ax = b$  (1) эквивалентно объединению систем  $(x \geq a = b) \cup (x = b < a)$ , что позволяет сразу записать его решение 
$$\begin{cases} x = b, \text{ при } a > b; \\ x \geq b, \text{ при } a = b. \end{cases} \quad (2)$$

Как видно, решение данного уравнения существует лишь при  $a \geq b$ .

2. Неравенство бесконечнозначной логики  $ax > b$  (3) эквивалентно объединению систем  $(x \geq a > b) \cup (b < x < a)$  и, следовательно, имеет решение  $x \geq b$  при  $a > b$  (4).

3. Симметричное с предыдущим неравенство бесконечнозначной логики  $ax < b$  (5) можно заменить объединением систем  $(x \geq a < b) \cup (x < a, x < b)$ , что дает решение в виде  $(x \geq b) \cup (x < a)$  при  $a < b$  и  $(x < a, x = b)$  при  $a \geq b$ .

Итак, решение этого неравенства:

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } a < b, \\ x < b & \text{при } a \geq b. \end{cases} \quad (6)$$

Видно, что решение существует при любых  $a, b$ .

4. Уравнение бесконечнозначной логики  $c \vee x = b$  эквивалентно объединению систем  $(b = x > c) \cup (b = c \geq x)$ . Поэтому его решение можно записать

$$\begin{cases} x = b & \text{при } b > c, \\ x \leq b & \text{при } b = c. \end{cases} \quad (7)$$

5. Неравенство  $c \vee x < b$  (8) можно представить в виде объединения систем  $(c \leq x < b) \cup (x < c < b)$ . Это дает решение  $x < b$  при  $c < b$  (9).

6. Неравенство  $c \vee x > b$  (10) эквивалентно объединению систем  $(x \leq c, x > b) \cup (x < c, c > b) = (x \geq c > b) \cup (x > b \geq c) \cup (x < c, c > b)$ . Отсюда следует решение этого неравенства в следующем виде

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } c > b, \\ x > b & \text{при } c \leq b. \end{cases} \quad (11)$$

7. Неравенство  $ax \vee c > b$  (12) заменой  $y = ax$  сводится к предыдущему неравенству, что дает возможность найти значения  $ax$ . Определяя  $X$  с учетом (3), (4), получим решение

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } c > b, \\ x > b & \text{при } c \leq b < a. \end{cases} \quad (13)$$

8. Неравенство  $ax \vee c < b$  (14) заменой  $y = ax$  сводится к рассмотренному неравенству (9), что позволяет найти значения  $ax$ . Учитывая (5), (6), получим решение данного неравенства в форме

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } a \vee c < b, \\ x < b & \text{при } a \geq b > c. \end{cases} \quad (15)$$

9. Нестрогое неравенство  $ax \leq b$  (16) эквивалентно объединению уравнения  $ax = b$  с неравенством  $ax < b$ . Поэтому решение исходного неравенства есть объединение решений (2) и (6):

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } a \leq b, \\ x \leq b & \text{при } a > b. \end{cases} \quad (17)$$

10. Уравнение бесконечнозначной логики  $ax = dx$  (18) эквивалентно объединению систем  $(x \leq a < d) \cup (x \leq d < a) \cup (a = d)$ . Отсюда следует решение этого уравнения

$$\begin{cases} x \in [A, B] & \text{при } a = d, \\ x \leq ad & \text{при } a \neq d. \end{cases} \quad (19)$$

11. Рассмотрим еще одно типовое неравенство бесконечнозначной логики с двумя неизвестными, не содержащее операции отрицания,  $x \vee a \leq y \vee b$  (20). Расчленение левой части этого неравенства дает систему неравенств  $(x \leq y \vee b, a \leq y \vee b)$ , решение которой находим отдельно для двух случаев:

а)  $a \leq b$ , тогда второе неравенство выполняется тождественно, и решением является первое неравенство, распадающееся на пару неравенств  $x \leq y$  (21) или  $x \leq b$  (22).

б)  $a > b$ , тогда из трех данных решений неравенства лишь одно (21) не зависит явно от параметров  $a, b$ .

Как видно, решение типовых уравнений и неравенств бесконечнозначной логики основывается на использовании определений базовых операций бесконечнозначной логики: дизъюнкции бесконечнозначной логики, состоящей в выделении максимального элемента из заданного множества и конъюнкции бесконечнозначной логики, выделяющей наименьший (минимальный) элемент этого же множества. Это является, с одной стороны, большим плюсом по сравнению с обычной двузначной логикой, а с другой – минусом, по сравнению с порядковой логикой (в которой возможно выделение произвольного порядкового элемента из заданного множества).

Многие законы бесконечнозначной логики значительно сложнее соответствующих законов двузначной логики. Эта сложность является неизбежной платой за получаемую возможность изучения с помощью бесконечнозначной логики более сложных процессов (систем), могущих находиться в бесконечном множестве состояний.

\*\*\*

1. Садовников Н.В. Логико-математические методы в экономике: Монография. – Пенза: Пензенский технологический институт. 2003. – 147 с.
2. Садовников Н.В. Теоретико – методологические основы методической подготовки учителя математики в педвузе в условиях фундаментализации образования: Диссертация д-ра пед.наук. Саранск, 2007. – 360 с.
3. Садовников Н.В., Зубков А.Ф. Экономико – математическое моделирование. Логические методы исследования экономических систем в условиях неопределенности: Учебное пособие с грифом УМО. Пенза, -2003. – 148 с.

## РАЗДЕЛ XIX. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Адельгужин И.А.

### Специфика геодинамики полуострова Таймыр в аспекте гравитационной аномалии

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий*

*(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-541

#### Аннотация

Геофизические методы исследования земной коры свидетельствуют о рельефной инверсии Таймырского полуострова. Специалистами фиксируются регулярные изменения направленности тектонических движений. Геофизический полигон Таймыра позволяет анализировать общее устройство глубоких горизонтов твердой оболочки Земли; специфику, которая воздействует на ее формирование. В этом случае специалисты не принимают в расчет использовавшиеся раньше теории. Некоторые из концепций подтверждаются новыми сведениями ученых, иные концепции опровергаются. В результате исследователи могут развивать общую трактовку происхождения деформации континентальной твердой земной оболочки.

**Ключевые слова:** специфика, геодинамика, полуостров, Таймыр, гравитационная аномалия.

#### Abstract

Seismic survey data show the ubiquitous inversion origin of the largest geostructures of the Taimyr Peninsula and record repeated changes in the direction of tectonic movements. The Taimyr geophysical polygon provides a unique opportunity to study the structure of the deep horizons of the Earth's crust and the patterns that determine its formation directly on the actual material, without relying on previously existing concepts and forecasts, some of which are confirmed by new data, others are refuted. This opens up an opportunity to move to a new level of understanding of the nature of deformation of the continental lithosphere.

**Keywords:** specificity, geodynamics, peninsula, Taimyr, gravitational anomaly.

С начала двухтысячных годов на Таймырском полуострове осуществляется масштабный план по реализации территориальных нефтегазопроисследовательских анализов на основе геофизического комплекса. Их базис – соответствующие методики исследования глубинной точки, электрическая разведка в рамках применения способов индукционного земного зондирования в контексте замера электромагнитного поля; метода ЗСБ [4]. Подтверждаются суждения о тектоническом процессе, в рамках которого образуется эклогит (базовый аспект появления глубоких осадочных бассейнов; освобождения от эклогитового компонента под снижениями – основа масштабной инверсии, образования гор) [1]. Можно подтвердить также и взаимную связь линейных отрицательных тектонических структур с разрывами надвигового вида на фоне границы Мохо. На Таймырском полуострове в рамках глубинности геофизических исследований впервые получилось зафиксировать, что данные разломы, отделяясь от поверхности М, замыкаются (часто на данную поверхность). В итоге формируется своего рода дуплекс по границам плотной, пластичной коромантийной смеси. Обновленные сведения ученых свидетельствуют о том, что подтверждается предусматриваемое раньше перераспределение жидкости твердой земной оболочки в формате горизонтального течения [5].

Инверсионные истоки масштабных блоков земной коры Таймыра подтверждают то, что вертикальное передвижение блоков нельзя назвать едионаправленным. В рамках геологического совершенствования в местах отрицательных тектонических структур зачастую появляются валы. Поднятия должны в определенной мере захватываться опусканием. На данный аспект воздействуют изменения теплотехнических параметров земной коры,

гравитационное всплывание ультраосновных горных пород, иные важные аспекты. Такие вертикальные колебательные тектонические движения зачастую наблюдаются на континентах. Будущий анализ подобных движений дает возможность более подробно изучить общую геодинамику [3]. Исследования, проведенные на полигоне Таймыра, которые маркируют базовые стадии геологического развития данной масштабной, до анализируемого периода не изученной части Евразии, можно свести к таким выводам [2]:

- В низинах земной коры, в рамках основания мезозойских снижений специалисты фиксируют большую аномальную область. Она выражается возрастанием скорости распределения упругих колебаний.
- В рамках анализируемой аномальной области под Малохетским, Рассохинским, Балахнинским мегавалами прослеживается максимальный показатель общего электросопротивления. Он охватывает анализируемый промежуток разреза внешней твердой земной оболочки в целом.
- С позицией мегавалов совпадают наибольшие мощности палеозойских, триасовых толщ. В рамках валового возрастания формируются новые части осадочного бассейна, где определенная горная единица имеет максимальную толщину. Они находятся за рамками наблюдаемых в осевой части снижений земных поднятий.
- Енисей-Хатангский региональный прогиб – это специализированная структура, которая, начиная с периода от 1600 до 650 миллионов лет назад, постоянно диверсифицируется.
- Также в вышеназванный период наблюдалось ускоренное движение масс обозначенных выше мегавалов.
- Рост валов в центре п-ова предусматривал одномоментные разрывные смещения слоёв горных пород в сводовой части. Комплекс горных пород, который залегает над поверхностью надвига, перемещается с места своего образования по данной поверхности, размываясь. Данный фактор можно назвать причиной осадочного сноса.
- Несмотря на весомые тектонические перемещения в домезозойском интервале разреза, можно проследить общее сохранение палеозойских осадков, которые составляют специфику разнородных складок. Их максимальная величина смещения – до пяти километров и больше.

Вышеназванные аспекты говорят о том, что наблюдается единовременное стремительное, не компенсированное осадочным скоплением погружение, общее расширение надпорядкового снижения земной поверхности. Оно сопровождается ускоренным развитием поднятия 1 порядка с надвигом свода, что нельзя аргументировать определенным растяжением. Не отрицая региональное развитие в рамках специфики сжатия, которое связано со столкновением Карской плиты, Сибирской континентальной плиты, можно отметить, что найденную специфику устройства Енисей-Хатангского прогиба нельзя аргументировать исключительно с позиции его рифтогенеза. Ведь в поверхностных понижениях в центре, на западе Сибири поэтапно прослеживается сохранность триасового осадочного разреза. Он должен был разрушаться в рамках рифтогенеза.

На ранней стадии по итогам метаморфизма низин части литосферы формировались большие тела высокой плотности. Это ведет к ускоренному опусканию, в рамках которого достигалось состояние твердого тела поверхности, при котором давление в каждой заданной точке определяется весом вышележащего столба минеральных масс. При этом появлялись осадочные бассейны. Эклогитизация началась после третьего триасового периода, когда развивались палеозойско-триасовые складки. Они нарушали литологическое равновесие, термобарические условия внешней земной оболочки (в рамках проникновения флюидов мантии). Эта специфика приводит к появлению своеобразной ловушки. Она в рамках поступления аномальной подкорной части Земли подлежала регулярному расширению, вовлекая в депрессию новые земли.

В рамках третьей эпохи юрского периода в подлежавших наибольшим изменениям твердых оболочках земной коры, которая совпадает с депоцентрами прогиба раннего юрского

периода, началась интеграция ультраосновных горных пород. Она вела к двигательной инверсии, развитию поднятий, которые можно сравнить по отклонению с индикатором мощности глубинной интрузии. В местах, где провисание совмещено с пологовым поднятием слоев земной коры по тектонически слабым областям, данные интрузии в большей мере проявляются. Интеграцию ультраосновных горных пород можно назвать предпосылкой масштабных метаморфических корректировок. Они охватывают в определенной мере общий разрез тонкой земной оболочки, прекращая доступ к мантийному компоненту для прогиба по оси. В итоге обеспечивается аспект того, что поступает аномальная мантия в удаленные составляющие желоба. В результате воздействие изменений геологической структуры усиливается. Взаимосвязанное с ним погружение диверсифицируется, ускоряется. Данный аспект обуславливает осадочный снос с краю, клиноморфное устройство неокомских массивов, которые олицетворяют наибольшую скорость погружения. Мегавалы в контексте остывания ультрабазитов в низинах земной оболочки опускаются, однако быстрота данного процесса меньше, нежели в рамках процесса вдавливания земной поверхности.

Развитие анализируемых процессов в рамках специфики регулярного областного сжатия становится базисом общего возрастания отклонения образуемых прогибов, увеличивается контрастность. Производится контроль направления горизонтальной линии на поверхности геологического пласта. Это ведет к тому, что в весомой мере распространяются разрывные смещения слоев. Из-за специфики сжатия базовые тектонические компоненты Таймыра выстраиваются вдоль континентального фронта. В рамках удаленности от него уровень дислокации верхнего структурного яруса платформы осадочных горных пород уменьшается.

Соответственно, в рамках специфики геофизического анализа тектонические процессы обнаруживают по итогам общего влияния:

- Коллизионного сжатия,
- Глубинных аспектов, которые воздействуют на смену плотности основания внешней земной оболочки.

Полученная от исследователей информация говорит о том, что формирование твердой земной оболочки – гораздо более комплексный этап, чем предусматривалось специалистами до нынешнего периода. Этот процесс включает в том числе различные деформации в контексте перемещения материковых ядер.

Данному аспекту отводится весомая роль в рамках становления крупных геологических структур. Глубину прогибов часто можно аргументировать процессом горизонтального растяжения земной коры. Таким образом, геофизическая информация, которая получена специалистами относительно рассматриваемого полуострова, разъясняет специфику тектонических систем, имеет важное значение.

\*\*\*

1. Артюшков Е.В., Кориковский С.П., Массон Х.-Й., Чехович П.А. Новейшие поднятия коры на докембрийских кратонах. Основные закономерности и возможные механизмы // Геология и геофизика. 2018. Т. 59, № 11. С. 1737-1764.
2. Кушнир Д.Г. Геодинамика полуострова Таймыр по геофизическим данным // Геодинамика и тектонофизика. 2018. №1.
3. Кушнир Д.Г. Гипербазиты как фактор геодинамики по результатам исследований на таймырском геофизическом полигоне // Актуальные проблемы нефти и газа. 2020. №2 (29).
4. Кушнир Д.Г. Эффективность региональных сейсморазведочных работ на Таймыре // Природные ресурсы Красноярского края. 2013. № 18. С. 38-41
5. Павленкова Н.И., Кашубин С.Н., Гонтовая Л.И. Глубинные нарушения и сейсмичность охотского моря // Результаты комплексного изучения сильнейшего Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 г., его место в ряду важнейших сейсмических событий XXI века на территории России: Материалы XXI науч.-практ. Щукинской конф. с междунар. участием. М.: ИФЗ РАН, 2018. С. 280-284.
6. Павленкова Н.И., Кашубин С.Н., Гонтовая Л.И., Павленкова Г.А. Глубинное строение и геодинамика Охотоморского региона // Региональная геология и металлогения. 2018. № 76. С. 70-82.

Адельгужин И.А.

**История изученности геодинамики полуострова Таймыр по геофизическим данным**

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-542

**Аннотация**

Разработка геодинамических моделей и реконструкция процессов формирования земной коры в сложных областях является актуальной проблемой современной геологической науки. Расшифровка многоступенчатых процессов осадконакопления, метаморфоза и магматизма в сложных регионах позволяет более рационально проводить тектоническое и металлогеническое районирование территорий, а также корреляционные связи с аналогичными структурами в других регионах. Использование петролого-геохронологических данных, в том числе изотопно-геохронологических исследований, при тектонических реконструкциях привело не только к выявлению основных границ перестройки литосферы во многих составных поясах, но и к пересмотру устоявшихся геологических взглядах на процессы их формирования. Необходимость расшифровки геодинамического развития складчатого Таймырского региона сложность геологического строения региона и различия в концептуальных взглядах ученых привели к широкому распространению взглядов на геодинамику полуострова Таймыр.

**Ключевые слова:** полуостров Таймыр, геодинамика, геофизические данные, геологическое строение.

**Abstract**

The development of geodynamic models and reconstruction of the processes of formation of the Earth's crust in complex areas is an urgent problem of modern geological science. Deciphering the multi-stage processes of sedimentation, metamorphosis and magmatism in complex regions allows for more rational tectonic and metallogenic zoning of territories, as well as correlations with similar structures in other regions. The use of petrological-geochronological data, including isotope-geochronological studies, during tectonic reconstructions led not only to the identification of the main boundaries of the lithosphere restructuring in many composite belts, but also to the revision of established geological views on the processes of their formation. The need to decipher the geodynamic development of the folded Taimyr region, the complexity of the geological structure of the region and the differences in the conceptual views of scientists have led to a wide spread of views on the geodynamics of the Taimyr Peninsula.

**Keywords:** Taimyr Peninsula, geodynamics, geophysical data, geological structure.

Труднодоступность региона и сложность географа-климатических условий проведения полевых работ продолжают оставаться определяющими факторами все еще недостаточной изученности Таймырской складчатой области. На протяжении ста лет (между сороковыми годами прошлого и нынешнего столетий) геологические исследования в регионе носили характер единичных маршрутов, связанных либо с экспедициями полярных исследователей, либо с поисково-разведочными экспедициями

Структура Таймыра сформировалась в результате проявления позднепротерозойского, каледонского и герцинского геосинклинального тектогенеза с последовательным разрастанием складчатого сооружения с севера, от зоны, сложенной метаморфическими породами и гранитоидами, на юг.

Другой взгляд на тектоническую природу Таймырской складчатой области изложен Ю.Е. Погребницким. Он пришел к выводу о резком несоответствии внутренней структуры докембрийского массива (Карское сводовое поднятие) структуре палеозойского (и верхнерифейско-вендского) обрамления и указал на то, что нижнесреднепалеозойские

отложения носят, скорее, платформенный, чем геосинклинальный характер, а также на отсутствие какого-либо каледонского несогласия.

Значительный вклад в изучение геологии Северного Таймыра внесли тематические научно-исследовательские работы, проводимые Красноярским отделением СНИИГГиМС. Результаты этих исследований осадочных, метаморфических, магматических и рудных формаций освещены в многочисленных научно-исследовательских отчетах и ряде монографий.

В настоящей работе принята схема тектонического районирования Таймыра, близкая схемам Л.П. Зоненшайна, Л.М. Натапова и А.К. Уфлянда, согласно которой рассматриваемая складчато-надвиговая область подразделяется на три структурные зоны первого порядка - Южно-, Центрально- и Северо-Таймырскую, разделенные крупнейшими структурами региона - Пясино-Фаддеевским и Главным Таймырским надвигами. Судя по вскрытой части Таймырской складчатой области протяженность рассматриваемых зон составляет не менее 1000 км, а общая ширина - более 300 км. Южная граница Южно-Таймырской зоны скрыта под мезозойско-кайнозойскими отложениями Енисей-Хатангского прогиба, а Северо-Таймырская - в северной части перекрывается водами Карского моря.

Южно-Таймырская зона представляет собой глубокий прогиб, выполненный мощной толщей осадков от ордовика до перми и вулканогенно-осадочными образованиями верхов перми и триаса. Более древние ранне-среднепалеозойские отложения северной части прогиба к югу сменяются позднепалеозойско-раннетриасовыми. Все отложения, в той или иной степени, дислоцированы, причем в южном направлении значительно снижена интенсивность как разрывных, так и пликативных дислокаций.

Центрально-Таймырская зона, вероятно, наиболее сложная по своему строению относительно двух других в связи с тем, что в ее составе присутствуют разновозрастные дорифейские и рифейские осадочные, вулканогенные и интрузивные образования, претерпевшие метаморфические и гидротермально-метасоматические изменения разных фаций и типов. Эти метаморфические образования собраны в аккреционный пояс и перекрыты вендско-раннекаменноугольным чехлом. Сложность строения зоны обусловлена также широким развитием надвиговых структур, подобно Южно-Таймырской зоне, но в отличие от последней, где достаточно хорошо фаунистически охарактеризованы палеозойские отложения, установление соотношений между «немыми» докембрийскими метаморфизованными комплексами чрезвычайно затруднено. Кроме того, границы между блоками и пластинами часто осложнены зонами катаклаза, милонитизации, меланжа или хаотических образований.

Северо-Таймырская зона отделена от Центрально-Таймырской Главным Таймырским надвигом, протяженность которого превышает 600 км. Значительная часть зоны сложена флишоидными отложениями - ритмично чередующимися песчаниками, алевролитами и пелитами, которые могут интерпретироваться как осадки континентального склона и подножия. Зональный метаморфизм этих отложений от зеленосланцевой фации до амфиболитовой с формированием зон послышной мигматизации и гранитизации значительно осложнил установление возраста как самих отложений, так и возраст метаморфических преобразований и гранитоидов. В литературе эта часть Северного Таймыра описывалась как Карское сводовое поднятие или как одноименные массив, глыба, палеоконтинент или микроконтинент.

Таким образом, даже общий анализ основных структурных зон Таймырской складчатой области показывает существенные различия в их строении и условиях формирования. Состав отложений Южно-Таймырской зоны отражает обстановку пассивной окраины Сибирского континента, Центрально-Таймырская зона имеет аккреционную природу, а Северо-Таймырская - представляет собой склон и подножие Карского континентального блока. Тектоническое совмещение рассматриваемых структур первого порядка происходило по многочисленным надвигам, горизонтальные перемещения по крупнейшим из которых оцениваются в десятки или первые сотни километров, и сопровождалось различными типами магматизма и метаморфизма.

На основе обобщения геологических материалов предшественников, а также собственных данных, включая результаты последних лет, сделана попытка увязать магматические и метаморфические процессы с тектоническими и показать основные этапы формирования Таймырской складчатой области. Очевидно, что реконструкция формирования таких покровно-складчатых систем, к которым относится Таймыр, не возможна только на основании геологических и литолого-стратиграфических наблюдений. Они должны быть использованы в комплексе с петрологогеохимическими исследованиями, позволяющими сопоставление разнообразных метаморфических и магматических комплексов складчатых областей с подобными образованиями современных геодинамических обстановок.

\*\*\*

1. Курапов М.Ю., Ершова В.Б., Худoley А.К., Макарьев А.А., Макарьева Е.А., Вишневская И.А. Позднепалеозойский магматизм северного Таймыра. В сборнике: Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI Тектонического совещания. Ответственный редактор К.Е. Дегтярев. 2019. С. 332-333.
2. Гусев Е.А., Шнейдер Г.В., Рекант П.В., Каракозов А.А. Результаты неглубокого бурения на Таймыре и на шельфе восточно-арктических морей России. Горный журнал. 2021. № 12. С. 4-9.
3. Ермаков В.А. Актуальные проблемы геодинамики островных дуг. В сборнике: Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. Материалы L Тектонического совещания. 2018. С. 167-173.
4. Сидорчук Е.А., Добрынина С.А. Геодинамика как двигатель процесса нефтегазоаккумуляции. В сборнике: Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию Института нефти и газа СКФУ. Под общ. ред. В.А. Гридина, А.Г.Г Керимова, М.С. Лебедева, Ю.К. Димитриади, А.Ю. Калининченко, Л.С. Мкртчяна. 2018. С. 113-118.

**Батраев С.А.**

**К вопросу о разработке многопластовых залежей с гидродинамически связанными пластами**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-543

**Аннотация**

Исследования особенностей разработки многопластовых залежей с гидродинамически связанными пластами с целью достижения максимального коэффициента извлечения нефти

**Ключевые слова:** коэффициент извлечения нефти, пластовое давление, проницаемость, высокопроницаемый пласт, низкопроницаемый пласт.

**Abstract**

Study of peculiarities of development of multilayer deposits with hydrodynamically connected reservoirs in order to achieve the maximum oil recovery factor.

**Keywords:** oil recovery factor, reservoir pressure, permeability, high-permeability reservoir, low-permeability reservoir.

Наличие перетоков между пластами, обладающими разными величинами проницаемости в многопластовом месторождении, может создать целый ряд осложнений. Основной причиной осложнений как правило является существенное отличие фильтрационно-емкостных свойств пластов. При разработке многопластовых залежей с гидродинамически связанными пластами, значительно отличающимися своими фильтрационно-емкостными свойствами следует учитывать целый ряд особенностей.

Интервалы крайне высокой проницаемости, могут составлять малую долю от общего объема запасов. На первых порах разработки высокая проницаемость, обеспечивает значительную часть добываемой из скважины продукции, при этом запасы, находящиеся в низкопроницаемой части залежи, практически не извлекаются. Как правило, это приводит к

быстрому истощению упругого запаса в суперколлекторах и возникновению перетока флюидов из матрицы. В ходе разработки на естественном режиме возникший переток из матрицы может иметь положительный эффект. Однако при наличии подстилающей воды могут возникнуть проблемы с ранним обводнением скважины и снижением эффективности разработки в следствии подтягивания воды в призабойную зону скважины. Подтягивание воды обусловлено значительной разностью в величинах давлений в высокопроницаемой и низкопроницаемой частях залежи. Обычно, коэффициент извлечения нефти при разработке на естественном режиме не превышает 1-15%. [1]

В случае ввода системы поддержания пластового давления, приемистость интервалов крайне высокой проницаемости или супер коллектора может составлять 85% и более. По причине высокой приемистости и малого объема супер коллекторов, происходит преждевременный прорыв воды к забою добывающей скважины, при условии вскрытия высокопроницаемых пластов добывающей и нагнетательной скважинами. После прорыва фронта вытеснения по пласту обладающему большей проницаемостью, в низкопроницаемом пласте практически отсутствуют фильтрационные процессы в виду их блокировки областями с высокой водонасыщенностью вблизи скважин.

При этом объёмы перетоков жидкости между пластами максимальны в призабойных зонах пласта, а на удалении, за счёт снижения перепада давления между пластами, значительно уменьшаются или отсутствуют вовсе.

Проанализировав вышеизложенный материал можно сделать вывод, что прорыв воды по высокопроницаемому пласту ведёт к падению темпа выработки запасов как по высокопроницаемому, так и по низкопроницаемому пласту. Следствием падения темпа выработки станет значительное снижение экономической эффективности проекта.

Подобный механизм разработки может оказать сильное негативное влияние на месторождения с большим этажом нефтегазоносности, в которых основная часть запасов углеводородов содержится в низкопроницаемых пластах, так как именно эти запасы оказываются заблокированными областями с высокой водонасыщенностью.

\*\*\*

1. Сургучев М.А. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов / М. А. Сургучев .- М.: Недр , 1985г.- 308с

**Иванова Е.Ю., Кухтенков Д.А.**

**Международный опыт развития электронных информационных систем в сфере мониторинга и охраны окружающей среды**

*Московский государственный областной университет  
(Россия, Мытищи)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-544

**Аннотация**

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с развитием электронных информационных систем, действующих на территории России, а также в европейском и североамериканском регионах мира. Представлены возможности и принципы функционирования информационных систем. Предложена разработка электронной информационной системы для внедрения на территории России. Произведено сравнение имеющейся и предложенной систем. Выявлены преимущества предложенной информационной системы.

**Ключевые слова:** электронная информационная система, экологическая информация, мониторинг окружающей среды.

**Abstract**

This article discusses issues related to the development of electronic information systems operating in Russia, as well as in the European and North American regions of the world. The possibilities and principles of functioning of information systems are presented. The development of an electronic information system for implementation on the territory of Russia is proposed. The existing and proposed systems are compared. The advantages of the proposed information system are revealed.

**Keywords:** electronic information system, environmental information, environmental monitoring.

В последние годы произошел существенный скачок в исследовании экологических показателей по состоянию окружающей среды. Сбор информации осуществляется всевозможными методами от дистанционного зондирования Земли до полевого метода исследований.

При этом вопросы сбора, хранения и передачи информации каждое государство определяет для себя индивидуально. В большинстве стран документооборот осуществляется на автоматизированной основе, некоторые – до сих пор отдают предпочтение бумажным носителям с их последующей архивацией.

Тем не менее, практичность и эффективность использования электронных информационных систем ежегодно оправдывают своё предназначение[1,2]. Они позволяют оперативно дополнять уже существующие данные, обрабатывать имеющиеся результаты, обмениваться требуемой информацией[3], осуществлять поиск необходимых материалов, а также систематизировать и осуществлять хранение поступивших данных.

Таким образом, создание «умных» информационных систем является актуальным направлением XXI века.

Современные информационные системы (далее – ИС) позволяют осуществлять информационные процессы (хранение, обработку, преобразование, передачу и обновление информации) с использованием компьютерной и другой техники. При этом, информационные процессы могут обеспечивать выбор и формировать цели, использоваться для разработки программы действий, а также гарантировать нормальное протекание экологических процессов и их регулирование[4]. Источниками информации могут выступать как результаты проведенных исследований и сопутствующих прогнозов, так и обратная связь о результативности предшествующих решений.

Информационные процессы уже положительно себя зарекомендовали в других областях, и показывают весьма ощутимые результаты своей работы во многих сферах деятельности. Данные результаты послужили поводом внедрения и апробации подобных процессов в экологическую сферу.

Многие страны Европы и Северной Америки уже имеют успешный опыт по внедрению информационных систем в сфере мониторинга и охраны окружающей среды. Например, системы Eionet и Reportnet уже успешно работают в Европе на протяжении 2 лет[5]. США проводят апробацию системы EPA с последующим дальнейшим внедрением.

Данные системы функционируют в соответствии с принципами SEIS, включающими управление однократно собранной информацией на уровне ее источника. Важными принципами являются также оказание помощи органам государственной власти в выполнении их юридических обязательств по предоставлению отчетности и оценке состояния окружающей среды и эффективности проводимой экологической политики и в случае необходимости участие в разработке нового политического курса[6]. Подразумевается также помощь в проведении географических сравнений окружающей среды и предоставление гражданам полного доступа к информации для возможности их участия в разработке и внедрении экологического политического курса. И всё это базируется на использовании открытых стандартов.

На территории России реализуются несколько проектов, например, ECO-bridge, по обеспечению экологическими данными специалистов, широкий круг организаций и простых

людей. Известны также совместные организации, (например, автономная некоммерческая организация «Центр энергетической эффективности (АНО «ЦЭЭ»), Карельский центр гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (КЦГМС), Институт окружающей среды Финляндии (SYKE, Йоэнсуу), Метеорологический институт Финляндии (FMI), Arbonaut Ltd), разработавшие общую базу данных о качестве воды, доступную финским и российским экспертам, часть информации, которой была размещена на интернет-сайте KarCHEM для открытого использования [6,7]. В результате развития электронной базы данных повысилась осведомленность населения и организаций по обе стороны границы.

Тем не менее, на сегодняшний день информация о состоянии окружающей среды в России осуществляется преимущественно на бумажных носителях, информация которых впоследствии оцифровывается и размещается в сети Интернет. Данный путь зачастую ставит под сомнение качество и достоверность итоговых показателей.

Кухтенковым Д.А. разработана ДЕМО-версия электронной информационной системы, позволяющей существенно сократить период получения, проверки, обработки и хранения фактических данных о состоянии окружающей среды. Нужно отметить, что в России в последнее время предпринимаются попытки создания автоматизированных систем сбора и хранения информации, в т.ч. экологической. Принципиальное отличие информационной системы (табл.1), предложенной автором статьи, является то, что сбор и подготовка данных к вводу в информационную систему осуществляется разными специалистами (буквально – собирают и передают в информационный центр одни, а вводят в систему – другие). Данный момент, по мнению разработчика, минимизирует возможность искажения (изменения) данных. Вышеуказанная разработка в настоящее время находится на стадии апробации.

Таблица 1

*Сравнительная таблица общих принципов построения существующей в России и предлагаемой информационных систем*

Позиции	Существующая ИС	Предлагаемая ИС
1. Сбор фактических данных	Протоколы измерений/ пробоотбора (на бумажном носителе/скан)	Протоколы измерений/ пробоотбора (на бумажном носителе/скан, на электронном носителе)
2. Ввод полученных данных в информационную систему	Ввод данных специалистами профильных/ заинтересованных организаций; систематизация документов на бумажном носителе	Ввод электронных данных специалистами, обслуживающими ИС
3. Верификация (достоверность) данных	Вручную специалистами/ автоматически в системе	Автоматически в системе
4. Формирование сводного отчёта	В бумажном и электронном вариантах. Хранение в архивах заинтересованных организаций. Необязательное размещение на официальных сайтах в Интернете	В электронном варианте. Размещение на информационных порталах Интернета. Открытый доступ к информации.

Использование предложенной информационной системы позволит добиться прозрачности использования и доступности данных для различных категорий потребителей информации, а также сократить время на подготовку результатов, проверку и публикацию их в сети Интернет на определенных информационных порталах. Тем более, что требование об общедоступности экологической информации о состоянии окружающей среды, отражено в Федеральном законе от 09.03.2021 № 39-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Кроме того, возможность фиксации электронного следа и логировка действий в системе позволит контролировать источник и движение информации посредством детального отчета об изменении данных внутри системы.

В качестве выводов можно говорить о том, что:

Информационные системы в сфере мониторинга окружающей среды успешно работают на протяжении нескольких лет и положительно зарекомендовали себя в европейском и североамериканском регионах.

На территории Российской Федерации в настоящее время значительная доля документооборота осуществляется на бумажных носителях.

С целью развития электронного документооборота в информационной сфере авторами предложена разработка системы, оптимизирующая этапы сбора, обработки и хранения данных, а также повышающая степень доступности информации для различных уровней пользователей.

\*\*\*

1. Актуальные проблемы инновационных систем информатизации и безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., [26 марта 2017 г., Воронеж]/Воронежский институт высоких технологий; сост.: И.Я. Львович. – Воронеж: Науч. кн., 2017, 480 с.
2. Захарова, Т. Д., Луговской, А. М., Иванова Е.Ю. Социальные сети как дополнительное средство обучения и формирования экологического сознания. Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, №1, 2021, 69-73.- [Электронный ресурс] - URL: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.1/3258> (дата обращения: 29.11.2022).
3. Лепихин В.В. Роль мониторинга в экологизации экономической деятельности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-5. – С. 983-986. - [Электронный ресурс] URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34276> (дата обращения: 29.11.2022).
4. Мамраев Б.Б., Акимбаева А.М., Крюкова В.П. Анализ современного состояния и перспективы развития системы мониторинга окружающей среды // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 8. – С. 153-160. - URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=795> (дата обращения: 29.11.2022).
5. Харченко С.Г., Дымов Д.Е.. Европейские приоритеты политики в области охраны Окружающей Среды / Москва: Наука, 2016, 906 с.
6. Цифровые технологии в управлении экологической безопасностью и охраной труда в сельском хозяйстве: научное издание/министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИТОСХ-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ); подготовили: Новиков Н.Н. и др. – Рязань; Москва: ИТОСХ – фил. ФНАЦ ВИМ, 2019, 221с.
7. Эколого-экономическое и информационное обеспечение рационального природопользования в городских условиях: монография/ В.В.Поляков, В.С.Гейдор, К.В. Тихонова, А.С. Чешев; Министерство науки высшего образования РФ, Донской государственный технический университет – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019, 203 с.

Кузнецов Е.В.<sup>1</sup>, Шакиров Р.Р.<sup>2</sup>

**Влияние жизнедеятельности бобра обыкновенного на гидрологический режим малых рек (на примере реки Удвянки)**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»

<sup>2</sup>Проект госпитальных школ России «УчимЗнаем»

(Россия, Мытищи)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-545

**Аннотация**

В статье рассмотрено влияние плотин, создаваемых бобрами обыкновенными на гидрологический режим реки Удвянки, а также была дана оценка прибрежной растительности, расположенной в местах запруд. В ходе исследования были описаны размеры плотины и была построена цифровая карта расположения бобровых плотин на нижнем участке реки.

**Ключевые слова:** река Удвянка, гидрологический режим, национальный парк Угра, малые реки, бобер обыкновенный, плотины

**Abstract**

The article examines the influence of dams created by common beavers on the hydrological regime of the Udvyanka River, and also assessed the coastal vegetation located in the dams. During the study, the dimensions of the dam were described and a digital map of the location of beaver dams on the lower section of the river was built.

**Keywords:** Udvyanka river, hydrological regime, Ugra National Park, small rivers, common beaver, dams.

Влияние деятельности животных на биотоп давно установлено и доказано, так копытные активно уплотняют почвенный покров, роющая биота создает кротовины, коралловые полипы возделывают коралловые рифы и острова. Обыкновенный бобер также в ходе своей жизни преобразовывает рельеф, создает искусственные сооружения, тем самым изменяя гидрологический режим и геоморфологические процессы в руслах малых рек.

Цель данной работы – проанализировать интенсивность и характер влияния на гидрологический режим реки Удвянки.

Территорией изучения деятельности бобра обыкновенного стала Юхновский район Калужской области. Исследуемый регион находится в центральной части национального парка «Угра», который представлен узкой полосой, протягивающейся по берегу р. Угры. Сам парк был образован в соответствии с постановлением Правительства РФ № 148 от 10.02.1997г. В 2002 году парку присвоен статус Биосферного резервата под эгидой ЮНЕСКО. Общая площадь территории резервата (включена охранная зона парка и ряд дополнительных участков) – 153832 га, протяженностью около 90 км. Общая площадь парка составляет 98624,5 га [1].

Территория, на которой происходили гидрологические измерения река Удвянка, она расположена в центральной части НП Угра. Он расположен в 10 км от центра г. Юхнова, а расстояние от центра Москвы до исследуемого участка составляет 180 км. Поблизости расположены такие населенные пункты как: г. Юхнов, деревни Агеева Слобода, Катилово, Держинка и другие. На территории национального парка присутствуют несколько баз отдыха, из-за чего наблюдается большое антропогенное воздействие на природные ландшафты.

Климат западной части Калужской области умеренно-континентальный с резко выраженными сезонами года: влажным и умеренно жарким летом и относительно холодной зимой с устойчивым снежным покровом, который образуется в конце ноября и сохраняется до середины апреля. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 3,5°C до 4,5°C тепла, среднегодовое количество осадков выпадает 450-650 мм, большая часть из них приходится на весенне-осенний период [2].

Река Удвянка является притоком первого порядка р. Угры и относится к равнинным малым рекам. Водоток имеет длину 10 км, течения направлено с севера на юг. Средняя ширина р. Удвянки составляет в верхнем течении 1-2 метра в среднем течении 2-3 м, в нижнем течении 2-4 м. Максимальная ширина наблюдается юго-западнее д. Сотники у большой плотины и превышает 30 метров. Глубины в створах варьируются в среднем от 8 сантиметров на перекатах до 120 см в районе старой плотины (октябрь 2020 г).

Плотины на реке Удвянке представлены каскадом и встречаются: от д. Сотники до Варшавского шоссе, от устья р. Вьюковки практически до магистральной ЛЭП (рис. 1).

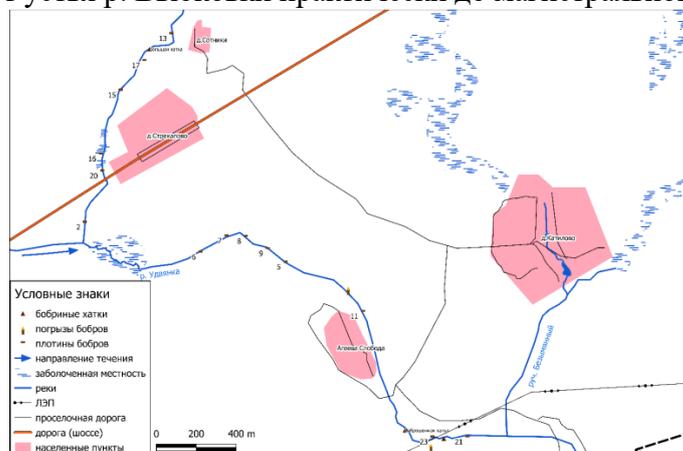


Рисунок 1. Карта следов жизнедеятельности бобра обыкновенного на р. Удвянке

Наибольшая плотность плотин наблюдается на участке в районе д. Агеевой Слободы. В районе этой деревни плотины имеют длину в пределах 5-6 метров, причем ширина не достигает метра, а высота варьируется в пределах 70 см. Строения расположены на расстоянии нескольких десятков метров друг от друга. Около устья реки Вьюковки была обнаружена плотина, имеющая длину 30-40 метров, она имела форму языка и выпирала по направлению течения. Высота плотины в среднем колебалась в районе 1 метра, причем ширина постройки достигала 2 метров. Ниже по течению в районе моста через Варшавское шоссе находится плотина сопоставимая с вышеописанным сооружением. Она имеет следующие параметры: в длину 30-35, в ширину около 2 метров, а высота в районе одного метра. Надо отметить, что данные постройки уступают плотине в районе д. Сотники, которая имеет длину порядка 40 метров, а высоту и ширину, соответственно 1,5 и 2,5 метра. Большинство плотин, которые встречаются в низовьях реки, можно отнести к классу небольших плотин, однако по мере приближения к истоку плотины заметно увеличиваются в размерах.

Каналы или траншеи, вырытые бобром, направлены от воды в сторону леса. Некоторые из созданных сооружений на протяжении всего года покрыты водой, а некоторые исключительно в период половодья. Но нами было выявлено, что каналы расположены в относительной близости с хатками, это указывает на то, что они имеют два предназначения: запасной спуск воды во время половодья и защита бобра при освоении им близлежащих районов.

На некоторых участках нами были найдены вырубki, сделанные бобром обыкновенным, причем они расположены по берегу реки и являются причиной усиления эрозии берега. Большое количество следов сведения древесной растительности наблюдалось западнее д. Сотники, у слияния рек Удвянки и Вережки, в среднем течении ручья Безымянного, в районе пересечения р. Удвянки и ЛЭП. Погрызы напоминают карандаш, где заостренная часть находится в центре.

В качестве отрицательного влияния построек бобра обыкновенного можно отметить: заболачивание поймы и смена фитоценоз в прибрежных районах, помимо этого сведение деревьев происходит за счет бобра, который использует их в качестве строительного материала и пищи. Так же важно заметить, что постройки бобров уменьшают скорость течения реки и препятствуют её самоочищению, в результате чего у плотин могут аккумулироваться вредные вещества и мусор, что является как отрицательным, так и положительным влиянием. Дело в том, что плотина является неким фильтром, который препятствует проникновению вредных веществ в более крупные водные объекты. В добавок ко всему вышеизложенному заболачивание и биогенный рельеф положительно влияет на животный мир, так как формируется некое водохранилище, которое может использоваться как резервуар для водопоя, пропитания и селения некоторых видов животных. И плотины могут служить неким мостом, соединяющим два берега, в результате чего животные могут мигрировать. Важно отметить, что около плотин зимой были найдены полыньи, которые оставались несмотря на то, что температура воздуха опустилась до -10 градусов, что благоприятно сказывается на фауне и флоре водоема. Так же в процессе исследования на фотоловушках, расположенных в районе заводей и плотин, были замечены такие животные как Аист черный (*Ciconia nigra*), Лиса обыкновенная (*Vulpes vulpes*), Цапля серая (*Ardeacinerea*), Косуля европейский (*Capreolus capreolus*) и другие. Присутствие аиста и цапли можно обосновать тем, что эти птицы питаются в основном амфибиями, которые предпочитают селиться на участках реки, где наблюдается стоячая вода. Средние хищники, например лиса, охотятся на самих жителей хаток, а именно на бобров или их сожителей водяных крыс. Копытные были обнаружены в момент, когда они утоляли жажду, это доказывает то, что затопленные бобрами участки реки могут служить водохранилищем для животных, в случае осушения верховья.

Таким образом, можно сказать, что бобровые сооружения на реке неоднозначно влияют на её режим, конфигурации русла и живой мир поймы. Причем одно и то же явление носит как положительный, так и отрицательный характер. Что затрудняет нам объективно оценить значение построек.

\*\*\*

1. Национальный парк «Угра» [Электронный ресурс] – URL: <https://admoblkaluga.ru/sub/ecology/OOC/> (дата обращения: 26.05.2022).
2. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2019 году [Электронный ресурс] – URL: <https://admoblkaluga.ru/sub/ecology/OOC/> (дата обращения: 20.05.2022).

**Меркулов П.И., Меркулова С.В.**

**Теория геоэкологического анализа социоприродных процессов**

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева  
(Россия, Саранск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-546

**Аннотация**

В статье рассмотрены теоретические вопросы, связанные с понятием «геоэкологический анализ». Отмечается неоднозначность трактовки самого понятия и его содержания разными авторами. В частности, не совсем четко обозначены такие важные понятия как структура геоэкосистем, последовательность эколого-географического анализа. Приводится логическая последовательность операций для осуществления геоэкологического анализа.

**Ключевые слова:** геоэкология, геоэкологический анализ, ландшафт, экология, экосистема, геосистема.

**Abstract**

The article discusses theoretical issues related to the concept of "geoeological analysis". The ambiguity of the interpretation of the concept and its content by different authors is noted. In particular, such important concepts as the structure of geoeosystems, the sequence of ecological and geographical analysis are not clearly defined. The logical sequence of operations for the implementation of geoeological analysis is given.

**Keywords:** geoeology, geoeological analysis, landscape, ecology, ecosystem, geosystem.

Геоэкология как наука возникла в рамках географии в результате актуализации экологических проблем и взаимодействия человека с природной средой. Из этого исходит позиция многих исследователей, рассматривающих геоэкологию в качестве дисциплины, в рамках которой рассматриваются результаты антропогенного воздействия на геосистемы разного иерархического уровня. Именно в рамках геоэкологических исследований появилось новое направление, которое получило название «геоэкологический анализ».

В последние десятилетия по указанному направлению было опубликовано множество работ, в которых были рассмотрены методологические, теоретические и методические вопросы, а также намечены наиболее перспективные направления развития прикладных эколого-географических исследований [1, 3, 4, 6, 7 и др.].

Некоторые исследователи геоэкологический анализ рассматривают как междисциплинарные комплексные исследования природных систем с целью создания научных основ для решения экологических проблем и рационализации природопользования [2]. При этом говорится о комплексном характере подобного анализа, акцентируется внимание на территориальность и конструктивность изучаемых объектов, характеризующихся сложными системами, типа «население–хозяйство–природа» или «человек–техника–природа». При исследовании подобных системных образований геоэкологический анализ может быть использован в качестве главного методического приема их познания.

Однако необходимо отметить, что до сих пор существуют серьезные пробелы в теоретико-методических вопросах геоэкологического анализа. В частности не совсем четко обозначены такие важные понятия как структура геоэкосистем, последовательность эколого-географического анализа и прочее.

Известный советский географ Преображенский В. С. в качестве интереса геоэкологии как науки рассматривает [5] не только результаты воздействия на природу хозяйственной деятельности человека, но и обратные результаты, т.е. негативное влияние на население измененной природной среды. Из указанной логики вытекает важное направление в географических и геоэкологических исследованиях. География должна изучать антропогенные воздействия на природу в широком плане, а уже воздействие измененной природной среды на человека – это предмет геоэкологических исследований. Вырисовываются как бы два подхода к решению указанных проблем – полицентрический и антропо(социо)центрический. Соответственно первый подход можно назвать географическим, а второй – экологическим. При этом лучшие результаты дает интегрированный подход, когда изучаются различные аспекты взаимодействия человека и природы на уровне как локальных, так и региональных территорий.

В связи с этим в содержательном плане геоэкологический анализ лучше рассматривать как целый набор научных исследований при оценке последствий хозяйственной деятельности человека на природные и природно-техногенные системы и их составляющих. Кроме того, важно знать последствия этих изменений, которые в свою очередь влияют на экологическое состояние ландшафтов и жизнедеятельность населения.

Подобные исследования, как правило, проводятся с учетом ландшафтной структуры и экологического состояния территории. При этом рассматривается целостность, пространственная и временная структура природных систем. Особое внимание уделяется пространственной разнородности природных ландшафтов, как вмещающих человеческое общество со всеми результатами своей деятельности. При этом важным аспектом является изучение причинно-следственных связей между природными ландшафтами и социально-экономическими условиями антропогенезированных территорий и акваторий.

Конечным итогом геоэкологического анализа должен стать получение репрезентативной и объективной информации, используемой в дальнейшем для оптимизации хозяйственной деятельности, минимизации или ликвидации неблагоприятных экологических последствий деятельности человеческого общества, а также выполнения определенных социально-экономических функций природной среды и соответственно оптимальных условий жизни населения.

Основными объектами геоэкологического анализа являются геоэкосистемы, представляющие собой в едином виде сложные сочетания гео- и экосистем. Геоэкосистемы состоят из следующих главных структурных частей:

- а) слабоизмененная человеком природная среда;
- б) существенно измененная хозяйственной деятельностью человека природа;
- в) антропогенно-техногенная подсистема;
- г) население и социальная среда.

Главными свойствами геоэкосистем считаются антропо(социо)центричность, территориальность, наличие взаимосвязей между деятельностью людей и средой, компонентами и элементами природы, иерархичность.

Сложность структуры геоэкосистем, их гетерогенность, разнообразие выполняемых социально-экономических функций, нередко возникновение острых экологических ситуаций определяют принципы, методы и содержание геоэкологического анализа.

Среди принципов анализа А. Г. Емельянов [2] выделяет:

- а) ландшафтно-экологический подход к изучению объектов (рассмотрение окружающей среды как совокупности природных и природно-антропогенных систем и одновременно как условий жизнедеятельности человека);
- б) комплексность исследований территорий и акваторий (учет взаимосвязей компонентов природы, комплексов в целом, воздействующих на них факторов, выявление экологических связей в системе «хозяйство – природа – население»);
- в) сочетание антропо (социо) центричности и полицентричности исследований);
- г) оценочно-прогнозный характер анализа;
- д) нацеленность на решение экологических проблем и острых экологических ситуаций.

Выделяются природные (или ландшафтные), экологические (или геоэкологические), санитарно-гигиенические, медико-демографические оценки состояний природно-территориальных и природно-аквальных геосистем.

К первым относятся особенности рельефа, показатели увлажненности, почвенный покров, состояние фитоценозов, географическое положение природно-территориального комплекса и некоторые другие. Ко вторым, как правило, относят показатели состояния изменения условий среды. Это, прежде всего, проявления негативных природно-антропогенных процессов (понижение плодородия почвы, уменьшение продуктивности биосистемы ландшафта, усиление эрозионных процессов, антропогенное евтрофирование водоемов и др.). В третьей группе учитываются предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в природных средах (водах, воздухе, продуктах питания, почвах). Четвертая группа делает акцент на факторах здоровья населения, в первую очередь на детской смертности, данных о заболеваемости людей болезнями техногенного происхождения. При этом надо иметь в виду, что в разных геоэкосистемах состав и набор показателей различен в зависимости от выполнения тех или иных социально-экономических функций.

Каждая геосистема в процессе своего развития меняет свойства как природных, так и экологических составляющих. Как правило современная экологическая ситуация является результатом сложного взаимодействия природных и антропогенных процессов на протяжении длительного временного интервала. При этом экологическое состояние геосистемы оказывает существенное воздействие на среду обитания человека.

Существует понятие острой экологической ситуации, при которой наблюдается резкое обострение экологических проблем, влияющих на здоровье населения и в целом на комфортность проживания на такой территории. Надо отметить, что определение благоприятности ландшафта для проживания человека на основе оценки экологической обстановки является важнейшей задачей любого геоэкологического анализа, решаемой в рамках геоэкологического мониторинга.

Мониторинг экологического состояния геосистем является одним из звеньев геоэкологического анализа. Он позволяет делать определенные прогнозы в изменении природных ландшафтов человеком и создает предпосылки управления экологической ситуацией в пределах геотехнических систем.

Геоэкологическое прогнозирование представляет собой важный, но сложный этап. Оно призвано определять тенденции в изменении экологических показателей природно-территориальных и природно-аквальных геосистем. Особенно важно при этом прогнозирование особо опасных и острых в экологическом отношении природных процессов. Хорошие результаты при этом могут быть достигнуты лишь при условии длительных и оперативных наблюдений, сопровождающихся натурными измерениями по соответствующей методике и с применением современного оборудования. Как правило, акцент делается на те изменения в природной среде, которые могут влиять на население и в целом на биоту. При этом учитываются и природные, и социально-экономические функции исследуемой территории.

Человек в определенной степени может и должен управлять состоянием природных систем в плане совершенствования природопользовательской деятельности с использованием соответствующих геоэкологических подходов и принципов, оптимизировать социально-экономические функции геосистем и протекающие в них природно-антропогенные процессы.

Главной задачей управления геосистемами является нахождение оптимального соотношения землепользования в каждом ландшафте. Устойчивость природных систем будет тем выше, чем больше будет сохраняться мало затронутые человеком территории. Это в первую очередь соотношение между сельскохозяйственными и лесопользовательскими землями. Существенную роль в устойчивости геосистем играют особо охраняемые природные территории.

Геоэкологический анализ природно-антропогенных систем проводится целым набором методов, используемых в географии и экологии. Как правило, подобные исследования не обходятся без проведения определенных экспериментальных работ и натурных наблюдений. В

современных условиях исходная информация может быть получена в результате непосредственных наблюдений или методами дистанционного зондирования. Важные сведения получают, используя геофизические, индикационные, геохимические и другие методы. Поскольку важной целью любого геоэкологического мониторинга является определение современного экологического состояния ландшафтов в процессе длительных комплексных наблюдений, то и наиболее важные результаты указанными методами и подходами можно получить при мониторинге природной среды. Все собранные материалы обрабатываются с помощью комплекса методов: сравнительно-географического, картографического, математических методов. Среди них особое место занимает геоэкологическое картографирование.

Наиболее информативными являются комплексные геоэкологические карты. В них отражаются особенности антропогенной трансформации природно-территориальных и аквальных комплексов, т. е. по существу они характеризуют пространственное состояние экологической ситуации, которая определяет комфортность проживания населения. Подобные карты, по сути, представляют собой картографическую модель экологического положения территории (или региона). При этом экологическое картографирование носит оценочный характер и показывает места, где наблюдается наиболее острая экологическая ситуация. При геоэкологическом анализе картографирование применяется на всех его этапах.

Положения, которые были сформулированы выше, представляют собой теоретико-методологические основы геоэкологического анализа, выполняемого в виде цепочки логически связанных операций. Технологическая схема геоэкологического анализа включает следующие исследовательские операции:

1. Выбор объекта исследования и постановка конкретных задач.
2. Выделение изучаемых геосистем, картографирование их в соответствии с иерархическим уровнем, изучение масштабов человеческого воздействия, выявление выполняемых на данном этапе социально-экономических функций.
3. Определение пространственно-временных особенностей антропогенной трансформации геосистем и их компонентов.
4. Выявление последствий хозяйственной деятельности человека, определение качества природных ландшафтов как среды обитания людей и необходимой предпосылки оценки экологического состояния территории.
5. Составление карт экологической напряженности (по коэффициентам абсолютной и относительной напряженности, естественной защищенности территории).
6. Создание прогнозной модели экологического состояния социоприродных систем и предложение оптимальных вариантов улучшения природопользования.
7. Разработка и обоснование рекомендаций по улучшению экологической обстановки в регионе.

\*\*\*

1. Грин А. М. Геоэкологический анализ / А. М. Грин, Н. Н. Клюев, Л. И. Мухина // Изв. РАН. Сер. геогр., 1995. – № 1. – С. 21-30.
2. Емельянов А. Г. Концепция геоэкологического анализа территориальных и аквальных геосистем региона / А. Г. Емельянов // Геоэкология и природопользование. Труды XII съезда Русского географ. об-ва. – СПб.: Изд-во РГО, 2005. – Т. 4. – С 3-7.
3. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
4. Кочуров Б. И. Развитие геоэкологических терминов и понятий / Б. И. Кочуров // Проблемы региональной экологии, 2000. – №3. – С. 5-8.
5. Меркулов П. И. Экодиагностика этноприродных процессов европейского региона России : монография // П. И. Меркулов, Б. И. Кочуров, С. В. Меркулова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 201 с.
6. Николаев В. А. Культурный ландшафт – геоэкологическая система / В. А. Николаев // Вестн. Моск. ун-та, 2000. – Сер. 5. География. – №6. – С. 3-8.
7. Преображенский В. С. Суть и формы проявления геоэкологических представлений в отечественной науке / В. С. Преображенский // Изв. РАН, 1992. – Сер. геогр. – №4. – С. 41-47.

**Петров И.В.**

**Перспективы использования растворов полимеров при вытеснении нефти**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-547

**Аннотация**

В статье кратко рассмотрены области применения полимеров (полимерное заводнение) для увеличения нефтеотдачи в промысловых объектах. Представлены направления применения данного метода в нефтегазовом комплексе.

**Ключевые слова:** нефтеотдача, обводненность, методы увеличения нефтеотдачи, полимеры, заводнение, пласт, разработка, проницаемость.

**Abstract**

The article briefly discusses the areas of application of polymers (polymer flooding) to increase oil recovery in field facilities. The directions of application of this method in the oil and gas complex are presented.

**Keywords:** oil recovery, water cut, oil recovery methods, polymers, water flooding, reservoir, development, permeability.

На сегодняшний день большая часть разрабатываемых месторождений переходят на завершающие этапы производства, продукция данных месторождений часто имеет высокую меру обводнённости, а оставшиеся запасы считаются как тяжело извлекаемые. В среднем 45 – 65% от первоначальных запасов нефти остаются в недрах, они являются неизвлекаемыми или остаточными при освоении скважин промышленными методами разработки. Следовательно, главной и актуальной задачей для нефтегазового сектора является увеличение показателей нефтеотдачи для разработанных пластов, у которых традиционными способами извлекать остатки нефти проблематично.

Год за годом растёт интерес к методам повышения нефтеотдачи пластов. Компании по разработки нефти вкладывают немало денег в поиск решения задач, которые касаются разведанных и запущенных в нефтеразработку месторождений. Сам поиск новых месторождений является дорогостоящей и сложной работой.

Чтобы увеличить экономическую эффективность разработки и снизить расход капитальных вложений, срок разработки месторождения делится на несколько основных этапов. На первоначальном этапе максимально используется естественная энергия пласта, такая как энергия растворенного газа, энергия законтурных вод, газовой шапки, или потенциальная энергия гравитационных сил. Во втором этапе происходит реализация методов поддержания пластового давления путем закачки воды или газа в пласт. На завершающем этапе применяются методы увеличения нефтеотдачи (далее - МУН), служащие для увеличения эффективности разработки месторождений.

Одним из наиболее встречаемых в России методов увеличения нефтеотдачи применяется полимерное заводнение. Данный метод служит для повышения нефтеотдачи неоднородного пласта. Принцип полимерного заводнения заключается в том, что в воде растворяется высокомолекулярный химический реагент – полимер (полиакриламид). Данный полимер имеет редкую способность, при малых концентрациях достаточно сильно повышать вязкость воды, при этом снижая ее подвижность, вследствие этого повышать охват пластов заводнением. Проблемой при «классическом» заводнении может служить прорыв воды к добывающим скважинам [1, с. 15-19] через высокопроницаемые слои от нагнетательных скважин. А также при таком заводнении низкопроницаемые пропластки будут слабо вырабатываться. Для решения проблемы, при закачке воды добавляют полимер, благодаря этому в промытых слоях эффективная вязкость флюида увеличивается в десятки раз. Это же

способствует снижению проводимости среды, что обеспечивает увеличение охвата заводнения, как следствие, уменьшения динамической неоднородности потока жидкости.

Метод полимерного заводнения не используют для разработки нефтяных залежей с высокой проницаемостью, газовыми шапками, а также высоким напором подошвенных вод [3 с. 121]. Соотношение коэффициентов подвижностей резко уменьшается при использовании полимера, а значит увеличивается охват пласта по площади и мощности. Обозначается соотношения коэффициента подвижностей, как  $M=\lambda_v/\lambda_n$ , где  $\lambda=k/\mu$ . Возрастает адсорбация полимеров поверхности пористой среды с увеличением солёности пластовой воды и конечно же уменьшением проницаемости самого пласта. На прямую от структуры пористой среды, ее компонентов состава, свойств, которые насыщают пористую среду жидкостей, концентрации, молекулярного веса, скорости фильтрации, температуры, а также величины водородного показателя среды pH зависит количество использования адсорбированного полимера [2, с. 86]. Одним из самых важных параметров для контроля полимерного заводнения является адсорбация полимера на поверхности среды.

Для России традиционным является заводнение, которое производится на ранних этапах разработки месторождения — это приводит к высокой обводнённости добываемой нефти. На этом этапе добавление полимера позволяет уменьшить количество потоков вытесняющей воды, которая движется в нефти. Считаем, что именно благодаря этому способу можно предотвратить образование высокопроницаемых промытых каналов. Как было сказано, лучше применять полимерное заводнение только на раннюю стадию разработки, а важным условием эффективности способа является соответствие геологии рассматриваемого месторождения и свойств флюидов по критериям применимости МУН [3, с. 121]. Переходя к рассмотрению закачиваемого агента, важно отметить, что есть десятки различных полимеров, которые отличаются по физико-химическим свойствам и эффективности в выбранных условиях. Для каждого объекта воздействия подбирается, лабораторным путем, агент закачки, который оптимально соответствует всем заданным критериям.

Из анализа следует отметить, что ключевой параметр моделирования полимерного заводнения – это концентрация самого полимера. В связи с этим, его стоимость достаточно возрастает, а значение концентрации и объёмов закачки определяются исходя из экономической эффективности компании.

Исходя из этого мы считаем, что перспективы использования полимеров масштабные, но тесно связаны с разработкой наноматериалов, которые позволят расширить спектр применения полимерных композитов и достичь требуемых промышленных результатов.

\*\*\*

1. Абиров Р. Ж., Мухамедова А. Г. Опытное–промышленное внедрение полимерного заводнения на месторождении Южно–Тургайского бассейна / Р. Ж. Абиров, А. Г. Мухамедова / –М. Нефтепромышленное дело. – 2016. – № 5.
2. Басниев К. С. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов / К. С. Басниев, И. Н. Кочина, В. М. Максимов / –М.: Недра, – 1993. – 416 с.
3. Н. А. Ерёмин. Современная разработка месторождений нефти и газа. Умная скважина. Интеллектуальный промысел. Виртуальная компания / - М.: Недра, - 2008. – 121 с.

**Силизнёв С.В.**

**Зависимость магнитного поля и атмосферной перегонки нефтяного сырья**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-548

#### **Аннотация**

В настоящее время проводятся многочисленные исследования по интенсификации процесса первичной переработки различного углеводородного сырья с целью увеличения выхода и улучшения качества получаемых нефтепродуктов. Авторами показана эффективность

предварительной магнитной обработки нефти месторождений Каспийского шельфа при ее первичной переработке. Получены зависимости эксплуатационных свойств бензиновых фракций от магнитной индукции.

**Ключевые слова:** первичная переработка нефти, магнитная обработка, октановое число, бензиновая фракция, выход светлых дистиллятов.

### Abstract

At present, numerous studies are being carried out to intensify the process of primary processing of various hydrocarbon raw materials in order to increase the yield and improve the quality of the resulting oil products. The authors have shown the effectiveness of preliminary magnetic treatment of oil from the Caspian shelf during its primary processing. The dependences of the operational properties of gasoline fractions on the magnetic induction are obtained.

**Keywords:** primary oil refining, magnetic treatment, octane number, gasoline fraction, light distillate yield.

В современных рыночных условиях нефтеперерабатывающие предприятия стремятся сохранить свою конкурентоспособность путём улучшения качества выпускаемой продукции, увеличения её ассортимента, а также перехода на ресурсо- энергосберегающие процессы при сохранении и даже увеличении производительности [1]. Одним из основных показателей качества автомобильных бензинов является их детонационная стойкость, от которой в наибольшей степени зависят надежность, повышение мощности, экономичность и продолжительность эксплуатации двигателя автомобиля.

Детонация ведет к серьезным повреждениям двигателя, поэтому промышленные технологии направлены на получение бензина, обладающего детонационной стойкостью, которая оценивается октановым числом - условно характеристикой, показывающей содержание изооктана в смеси с нормальным гептаном, которая эквивалентна по своим антидетонационным качествам испытываемому топливу.

Для получения высокооктанового бензина необходимо иметь в составе завода установки каталитического крекинга, или изомеризации, или алкилирования. Однако не всегда возможно иметь все или часть этих процессов, особенно для заводов с небольшой производительностью.

Готовые бензиновые фракции можно «подправить» с помощью октаноповышающих добавок на несколько пунктов, но кардинально проблему они решить не могут. Кроме того, Технический Регламент Таможенного Союза 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» ограничивает применение октаноповышающих добавок оксигенатами, да и тех в строго ограниченных количествах.

Очевидно, что необходимо иметь базовый бензин с достаточно высоким октановым числом для внесения в него минимального количества высокооктановых компонентов и октаноповышающих добавок.

Определённые перспективы открывает применение низкоэнергетических волновых воздействий на УВ-сырье перед процессом атмосферной перегонки.

Цель работы заключается в интенсификации процесса атмосферной перегонки нефтяного сырья посредством волновых воздействий с целью увеличения выхода светлых нефтепродуктов и улучшения характеристик получаемых продуктов первичной перегонки.

Объектом исследования являлась нефть месторождения им. В. Филановского и бензиновая фракция, полученная при его первичной перегонке.

Обработку магнитным полем проводили на проточной лабораторной установке с использованием магнитного туннеля. Величина магнитной индукции варьировалась в пределах 0,08 – 0,30 Тл при линейной скорости потока через активный зазор магнитного туннеля 0,2 м/с [2].

На первом этапе работы было изучено влияние постоянного магнитного поля в динамическом режиме на выход светлых фракций и свойства продуктов, полученных в

процессе первичной перегонки. Результаты первичной перегонки нефтяного сырья представлены в таблице.

Таблица

## Результаты разгонки нефти месторождения им. В. Филановского

Вариант обработки сырья	Температура начала кипения, °С	Выход фракций, % масс.		
		Бензиновая фракция нк-180 °С	Дизельная фракция 180-300 °С	Остаток выше 300 °С
Без обработки	88	25	25	49
Магнитная обработка (МО 0,08 Тл)	83	26	27	46
Магнитная обработка (МО 0,15 Тл)	74	27	28	44
Магнитная обработка (МО 0,30 Тл)	74	27	28	43

Проведенные исследования доказали, что использование предварительной магнитной обработки нефтяного сырья в процессе первичной переработки позволяет увеличить выход светлых нефтепродуктов в среднем на 6-10 %.

Основным показателем качества получаемой бензиновой фракции для анализа влияния волновой обработки было выбрано октановое число.

Октановое число бензиновых фракций существенно увеличилось при магнитной обработке исходного сырья. С повышением величины магнитной индукции октановое число, как по моторному, так и по исследовательскому методу, возрастает в среднем на 4-10 пунктов (рисунок).

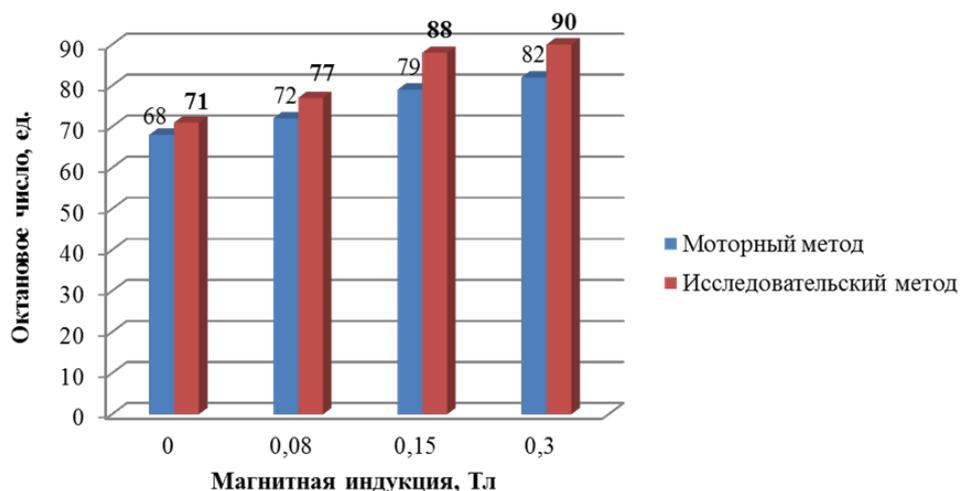


Рисунок. Зависимость октанового числа прямогонной бензиновой фракции от магнитной индукции

Увеличение октанового числа объясняется тем, что при воздействии магнитным полем на сырьё происходит разрушение внешнего иммобилизованного слоя дисперсной частицы. Лёгкие ароматические углеводороды и изоструктуры, содержащиеся в нём, переходят в дисперсионную среду, а они, как известно, обладают высокими значениями октановых чисел [4,5].

\*\*\*

1. Pivovarova N. Use of Wave Effect in Processing of the Hydrocarbonic Raw Material / Petroleum Chemistry, 2019. – V. 59. - № 6. – P. 559.
2. Пивоварова Н. А., Гражданцева А. С., Власова Г. В., Колосов В. М. Влияние магнитного поля на результаты атмосферной перегонки стабильного газового конденсата / Химия и технология топлив и масел, № 1, 2018, с. 3-7
3. Туманян Б. П. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем – Москва, ООО «ГУМА ГРУПП», Издательство «Техника», 2000. – 170 с.
4. Сафиева Р. З. Физикохимия нефти. - Москва, Издательство «Химия», 2002. – 78 с.

**Силизнёв С.В.**

**Инновационная деятельность на предприятиях нефтегазового комплекса**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-549

**Аннотация**

В данной статье были изучены состояние и направления инновационной деятельности на предприятиях нефтегазового комплекса. Рассмотрены актуальные проблемы и возможные способы их разрешения, механизмы эффективного управления инновационной деятельностью. После анализа подобных точек зрения, сделан вывод по улучшению ситуации на рынке.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, инновации, эффективное управление инновационной деятельностью, инновационное развитие, механизмы управления инновационной деятельностью.

**Abstract**

In this article, the state and directions of innovative activity at the enterprises of the oil and gas complex were studied. Actual problems and possible ways of their solution, mechanisms of effective management of innovative activity are considered. After analyzing these points of view, the conclusion is made to improve the situation in the market.

**Keywords:** innovation, innovation, effective management of innovation, innovative development, mechanisms for managing innovation.

Инновационная деятельность является основой для поддержания на высоком уровне конкурентоспособности и устойчивых преимуществ любой организации. Инновации представляют собой деятельность, которая включает в себя: создание, внедрение и коммерциализацию научных разработок, которые при принципиальной новизне результатов и опережении конкурентов будут обеспечивать сверхприбыль и предоставлять на определенный временной промежуток времени монопольное положение на рынке товаров и услуг. Цель управления инновационной деятельностью заключается в повышении конкурентоспособности предприятия на рынке или определенном сегменте рынка. Эффективное управление инновационной деятельностью предприятия – управление, которое приводит к повышению уровня конкурентоспособности предприятия в результате введения в работу определенных инновационных проектов [1].

По причине нестабильности мировой экономической ситуации в связи с санкциями, в том числе в нефтегазовой отрасли, целые корпорации теряют свои экономические показатели. Сегодня инновационное развитие в отрасли находится в конкурентной борьбе с целью экономического роста. Траты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы нефтегазовой отрасли в разной деятельности, в том числе организационно-управленческой, не всегда способны обеспечивать адекватные результаты. Каждая корпорация стремится применять свой подход к управлению инновационной деятельностью с целью повышения результативности своей деятельности.

С точки зрения роста капитализации на сегодня в нефтегазовом секторе к важным факторам относятся процессы поглощений, слияний и покупки других «игроков» на рынке. Проще и наименее рискованно приобрести маленькую компанию с подтвержденными запасами полезных ископаемых, чем нести дополнительные затраты и риски по разработке и использованию новых технологий и месторождений. За границей нашего государства в нефтегазовых компаниях принципиально другая обстановка: компании увеличивают объемы добычи (и, соответственно, капитализацию) благодаря внедрению инноваций. На данном примере наглядно прослеживается принципиальная разница с зарубежными компаниями в самом подходе к инновациям, как к способу увеличения прибыли [2]. Определенно точно, экономическая эффективность является одним из главенствующих факторов при определении направлений инновационной деятельности. Однако, необходимо вести учет таких

неэкономических показателей эффективности, как социальное воздействие, оказание влияния на окружающую среду, научно-технический эффект и другое. В динамических методах оценки инновационных проектов отсутствует полный анализ существующих сценариев, что является их отрицательной стороной. Способом устранения данного недостатка является использование метода реальных опционов, представляющий собой синтез таких методов, как дерево решений и чистая приведенная стоимость [3].

Реализация различных программ инновационного обновления нефтегазового предприятия и всего комплекса в целом, должно ориентироваться на активное вовлечение в процесс отечественных технологий, оборудования и материалов, что наиболее важно в реализации программы импортозамещения. В этих условиях вместо того, чтобы государство напрямую принимало участие в развитии нефтегазового комплекса должно прийти использование разных видов государственно-частного партнерства, в частности, концессионных соглашений, соглашений о разделе продукции и ряда других форм. Государственно-частное партнерство в рамках стратегии инновационной деятельности способствует реализации совокупности проектов инновационной направленности, управление которыми осуществляется как единым целым, а взаимоотношения между категориями стейкхолдеров строятся на балансе их интересов [4].

В нефтегазовой отрасли существует много разработок и технологий для повышения эффективности основных видов деятельности – производство, разведка, добыча, маркетинг, транспортировка, газораспределение и другие.

Особенности функционирования механизмов управления инновационной деятельностью состоят в том, что специфика внедрения информационно-технологических, трудовых, нормативно-правовых и других инструментов различаются по видам результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в нефтегазовой отрасли и влияют на результативность функционирования механизмов управления инновационной деятельностью в целом. Такие особенности в определенных обстоятельствах позволят поставщикам (экспортерам) и заказчикам (импортерам) достичь высокого уровня результативности внедрения инновационного проекта и повысить результативность нормативно- правового регулирования (государственное регулирование инновационной деятельностью) организационно-управленческих инноваций с целью повышения результативности инновационных проектов нефтегазовой отрасли.

Альтернативное решение данной проблемы – это создание в корпорации системы информационного менеджмента.

При активном намерении фундаментальных предприятий, которые составляют основу нефтегазового комплекса, возможно изменение направлений инновационной деятельности и подходов к ним. При наличии желания, у больших игроков на рынке, возможно перевернуть все закоренелые представления об инновационной деятельности и перенять опыт зарубежных коллег, для успешного движения по многим аспектам деятельности уважающего себя предприятия. Для того чтобы быть конкурентоспособным не только на внутреннем, но и внешнем рынках.

\*\*\*

1. Черная М. В., Методический подход к оценке эффективности управления инновационной деятельностью предприятия машиностроения / М. В. Черная, Л. И. Безгинова / Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – 2014. – Т. 1. – С. 281- 288.
2. Боржеш А. М., Особенности функционирования механизма управления инновационной деятельностью нефтегазовой корпорации / А. М. Боржеш, А. Н. Лебедев / Московский педагогический государственный университет. – 2019. – с. 1-5.
3. Кудряшова А. В. Совершенствование методов оценки эффективности инновационных проектов / Вестник ГУУ. – 2018. – №9. – С. 50-54.
4. Мурадов А. А. Формирование стратегии инновационного развития структур государственно-частного партнерства нефтегазового комплекса в новых экономических условиях / Имущественные отношения в РФ. – 2016. – №9 (180). – С. 33-38.

Старожилов В.Т.

**Природа в границах: модели фундамента практик освоения, мониторинга; берег это граница (стык) морских и континентальных ландшафтов нооландшафтосферы**

*Дальневосточный Федеральный университет  
(Россия, Владивосток)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-550

**Аннотация**

На основе авторской парадигмы ландшафтопользование и учения Старожилова о нооландшафтосфере формулируются, выделяются и рекомендуются использовать при освоении территорий разработанные для Дальнего Востока ландшафтные модели (урочище, ландшафт, вид, род, класс, тип, округ, провинция, область, пояс) как фундамент практик освоения и мониторинга территорий нооландшафтосферы. Выделяется берег как ландшафтная граница. Констатируется, что берег это граница (стык) водных и континентальных ландшафтных структур освоения и мониторинга вовлекаемых в освоение объектов нооландшафтосферы. Отмечается, что берег это особая граница и не только как граница структур природного (ландшафтного) фундамента освоения, но и трансграница экономических, биоресурсных, социальных и др. трансграничных разномасштабных особенностей конкурентного освоения и мониторинга ландшафтов нооландшафтосферы. Также констатируется, что в статье представлены результаты первого морфологического этапа изучения ландшафтных структур как фундамента освоения, мониторинга. Отмечается, что профессором Старожиловым продолжается разработка следующих за ним этапов: индикационного, узловых ландшафтных структур освоения, планирования, мониторинга антропогенных изменений территорий Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской, Анадырьской, Японской, Охотской и др. ландшафтных морских и континентальных областей, округов и провинций нооландшафтосферы.

**Ключевые слова:** модель, ландшафт, фундамент, освоение, берег, граница, морские, континентальные, нооландшафтосфера.

**Abstract**

On the basis of the author's paradigm of landscape use and the teachings of Old Firing about noolandshaftosphere, they are formulated and recommended to use landscape models developed for the Far East (tract, landscape, kind, class, type, district, province, region, belt) as the foundation of practices for mastering the development and monitoring the territories of noolandshaftosphere. The shore is highlighted as a landscape border. It is stated that the shore is the border (joint) of water and continental landscape structures of the development and monitoring of the noolandshaftosper involved in the development of objects. It is noted that the shore is a special border and not only as the boundary of the structures of the natural (landscape) foundation of development, but also the big of economic, bioresource, social and other cross -border variable features of competitive development and monitoring of the landscapes of the noolandshaftosper. It is also stated that the article presents the results of the first morphological stage of the study of landscape structures as the foundation of development, monitoring. It is noted that Professor Starozhilov continues the development of the following stages: indication, nodal landscape structures of development, planning, monitoring of anthropogenic changes in the territories of the Sikhote-Alin, Sakhalin, Kamchatka, Japanese, Okhotsk, and other landscape and continental regions, districts and provinces noolandshaftosphere.

**Keywords:** model, landscape, foundation, development, shore, border, sea, continental, noolandshaftosper.

**Введение.** В последние десятилетия, в связи с усилением освоения многих территорий России, наблюдается усиление изучения ландшафтов. Это наблюдается и на Дальнем Востоке в Дальневосточном федеральном университете. При этом усиление требований государства к решению вопросов экологически чистого освоения территорий поставило задачи применения новых конкурентоспособных подходов при комплексном и отраслевом освоении геосистемы

Восток России-мировой океан. Таким подходом, прежде всего является ландшафтный, который рассматривает природу в границах ландшафтных тел с получением качественных и количественных данных, на основе которых по данным исследований ландшафтной школы Старожилова строятся ландшафтные модели фундамента практик освоения.

Работа представляет собой продолжение комплексных исследований ландшафтной школы профессора Старожилова (doi:10.24411/1728-323X-2020-13079; doi:10.18411/lj-05-2020-26), разработок по «Ландшафтному звену выстраивания планирования и развития экономических, градостроительных и др. структур осваиваемых территорий» (doi: 10.18411/lj-09-2020-36), работ: «нооландшафтосфера и парадигма ландшафтопользование как фундамент практик освоения планеты Земля» (DOI: 10.24412/1728-323X-2022-4-48-51), «учение о нооландшафтосфере и парадигма ландшафтопользование – фундамент практик экологии планеты Земля» (DOI: 10.18411/trnio-07-2022-44), «актуальная новая концепция паспортизации ландшафтов России» (DOI: 10.24412/1728-323X-2021-6-48-53), «ландшафтная организация и районирование окраинных морей Тихоокеанского ландшафтного пояса геосистем Восток России- мировой океан» (DOI: 10.18411/trnio-12-2021-333).

Все они направлены на решение комплексных вопросов и задач, разрабатываемого в Дальневосточном федеральном университете профессором Старожиловым, научно-прикладного направления в изучении природы и решения вопросов и задач по освоению территорий и возможности применения знаний о природе для экологически чистого освоения территорий. В результате исследований получены данные по многим вопросам и в том числе получены знания по моделям природного (ландшафтного) фундамента освоения территории Тихоокеанского ландшафтного пояса России. В настоящей работе на основе геолого-географических и географических исследований ландшафтов рассматривается морфологическое строения геосистемы Северо - Восток России – мировой океан. Оно представлено моделями природы, которые вовлекаются в освоение. К таким моделям относятся выделяемые для континентальной и морской диалектической пары Тихоокеанского ландшафтного пояса урочища, ландшафты, виды, роды, классы, типы, округа, провинции, области, пояса. Кроме того важной моделью в освоении диалектической пары пояса являются берега (DOI: 10.18411/trnio-12-2021-333). Они рассматриваются как границы (стык) морских и континентальных ландшафтных структур освоения, и представляющих собой границы постоянно взаимодействующих, взаимопроникающих друг в друга морских и континентальных ландшафтных структур моделей фундамента освоения и мониторинга вовлекаемых в освоение объектов нооландшафтосферы. Берег это особая граница не только структур природного (ландшафтного) фундамента освоения, но и трансграница для рассмотрения экономических, биоресурсных, социальных и др. трансграничных планетарных особенностей конкурентного освоения и мониторинга ландшафтов нооландшафтосферы и в том числе Тихоокеанского ландшафтного пояса. Все модели вовлекаются в освоение и относятся к ландшафтным моделям фундамента практик освоения территорий. При этом, слагающие их ландшафты представляют собой природные тела, **имеющие высотную (верхнюю), глубинную (нижнюю) и горизонтальную (площадную) границы, с внутренним содержанием взаимосвязанных, взаимообусловленных и взаимопроникающих друг в друга компонентов (фундамент, рельеф, климат, почвы, растительность, биоценозы) с дифференциацией, подчиняющейся высотной и широтной зональности, и организованных ответственными за них орогеническим, орографическим, климатическим, фиторастиельным факторами в определенных зональных и азональных условиях в каждый момент своего существования.**

Они в свою очередь слагают нооландшафтосферу геологическую оболочку Земли, которая представляет собой планетарную структуру: природный фундамент практик освоения планеты Земля. Однако на сегодняшний день все еще отсутствует государственный заказ на формирование документальной основы моделей природы для использования их при построении гармонизированных с природой моделей комплексного и отраслевого освоения. Поэтому в связи с отсутствием плановых государственных исследований (включая составление разномасштабных векторно-слоевых карт) по природным моделям освоения и государственной

необходимостью учета природных условий существования человечества, настоящие исследования являются актуальными.

Цель публикации – на основе авторской парадигмы ландшафтопользование и учения Старожилова о нооландшафтосфере сформулировать, выделить и рекомендовать использовать при освоении территорий разработанные для Дальнего Востока ландшафтные модели (урочище, ландшафт, вид, род, класс, тип, округ, провинция, область, пояс) как фундамент практик освоения и мониторинга территорий нооландшафтосферы. Считать берег как границу (стык) водных и континентальных ландшафтов фундамента освоения, а также как трансграницу экономических, социальных, экологических, планировочных, мониторинговых и других практик освоения. Полученные модели природы рекомендуется применять как фундамент практик земледелия, экологии, охраны ландшафтов, мониторинга антропогенных изменений и других практик деятельности человека.

**Материалы и методы.** Используется значительный материал по ландшафтам, полученный благодаря работ по Тихоокеанскому ландшафтному поясу (doi:10.18411/a-2017-089), (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>), а также при разработке парадигм: общей Дальневосточной ландшафтной парадигмы и Дальневосточной ландшафтной парадигмы индикации и планирования (doi:10.18411/lj-05-2020-26), разработок по картографическому оцифрованному ландшафтному обеспечению индикации, планирования и геоэкологического мониторинга юга Тихоокеанского ландшафтному поясу России (doi:10.18411/lj-05-2020-27), «О необходимости принятия к практической реализации новую ландшафтную стратегию к пространственному развитию геосистемы континент-Мировой океан» (doi: 10.24412/1728-323X-2021-2-36-43) и разработок «к пространственному развитию территорий: районирование Тихоокеанского ландшафтному поясу геосистемы Восток России - Мировой океан (DOI: 10.24412/1728-323X-2021-4-48-59); и в целом работ «Ландшафтоведение: стратегия, опыт практик в освоении территорий геосистем континент-мировой океан» (ID: 45641013), а также «Учение Старожилова о нооландшафтосфере и парадигме «ландшафтопользование» как фундамент практик освоения и экологии планеты Земля» (DOI <https://doi.org/10.24866/7444-5385-5>).

Общей методологической основой исследований является комплексная основа ландшафтному научно-практическому направлению, разработанная Дальневосточной ландшафтному школой профессора Старожилова [1].

Применялись результаты моделирования новой научно-прикладной парадигмы «ландшафтопользование» и учения Старожилова о нооландшафтосфере к пространственному развитию территорий, результаты стандартизации консервативных характеристик внутреннего содержания каждого ландшафта, составления их паспорта и материалов по опорному ландшафтному «фундаменту» пространственной организации, обеспечивающей достижение заявленных целей пространственного развития с опорными узловыми ландшафтными структурами освоения, выступающих источником изменений и размещения конкурентноспособных технологий, предприятий и компаний.

Значимым является то, что в основу рассмотрения моделей фундамента практик освоения, на основе применения парадигмы «ландшафтопользование» и учения о нооландшафтосфере к проведению освоения, мониторинга и охране ландшафтов, положены направленные на практическую реализацию ландшафтному метода многолетние авторские полевые геолого-географические и географические научные и производственные исследования обширной территории окраинной зоны Востока России. Они в свою очередь включают полевые исследования Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской, Анадырской ландшафтными областями, а также специальные производственные исследования их берегов. В целом отметим, что получен материал в системе ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс ландшафтов, а также по берегам как границам (стыкам) морских и континентальных ландшафтов фундамента освоения в связи с учением Старожилова о нооландшафтосфере.

Кроме того, при применении материалов по основам новой парадигмы «ландшафтопользование» и основ учения о нооландшафтосфере к освоению и

трансформации, проведению мониторинга и охране ландшафтов использовались материалы практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях ландшафтопользования [1-7].

**Результаты.** Получен фундаментальный результат, заключающийся в том, что для реализации практик рассматривания фундамента освоения, проведения мониторинга и охраны ландшафтов необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу [1]. Такие основы как в целом по поясу, так и по его отдельным регионам получены (Сихотэ-алинской, Сахалинской ландшафтными областями и др.). Для реализации поставленных задач получены, прежде всего, оцифрованные векторно-слоевые морфологические ландшафтные модели (векторно-слоевые ландшафтные карты), которые на цифровом уровне дают знание строения ландшафтного пространства рассматриваемого объекта.

Также получен фундаментальный результат по ландшафтам Тихоокеанского ландшафтного пояса России в системе ландшафт, вид, род, класс, тип, округ, провинция, область, пояс, берег. Кроме того, важным в освоении диалектической пары пояса являются берег. Он рассматриваются как граница (стык) морских и континентальных ландшафтных структур освоения. Представляет собой границу постоянно взаимодействующих, взаимопроникающих друг в друга морских и континентальных ландшафтных структур моделей фундамента освоения и мониторинга вовлекаемых в освоение объектов нооландшафтосферы. Берег это особый элемент Земли и не только как граница структур природного (ландшафтного) фундамента освоения, но и трансграница экономических, биоресурсных, социальных и др. трансграничных планетарных особенностей конкурентного освоения и мониторинга ландшафтов нооландшафтосферы

Важно отметить, что именно с появлением отмеченных картографических разномасштабных документов появилась возможность анализировать ландшафтные модели, сравнивать между собой и рассматривать их природным «фундаментом» и основой для построения гармонизированных с природой различных моделей освоения и проведение мониторинга и охраны ландшафтов. Такой подход позволяет учесть природные условия и технически и юридически обосновать целесообразность освоения.

На основе применения основ парадигмы «ландшафтопользование» и учения о нооландшафтосфере обозначена и сформулирована технология создания моделей фундамента освоения, проведения мониторинга и охраны ландшафтов на основе моделей опорного ландшафтного «фундамента» геосистемы Восток России-мировой океан.

Установлена, при построении моделей фундамента освоения и проведении мониторинга и охране ландшафтов, на основе результатов практического применения парадигмы «ландшафтопользование» и основ учения Старожилова о нооландшафтосфере, необходимость использования междисциплинарного мышления, междисциплинарного сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орогеническому, орографическому, климатическому, фиторастиельному, биогенному факторам формирования территорий освоения, проведения мониторинга и охраны ландшафтов.

Также подтверждается и отмечается, что применение парадигмы ландшафтопользование и учения о нооландшафтосфере как основ «фундамента» освоения и в проведении мониторинга и охраны региональных естественных ландшафтных систем в освоении территорий направлено на рациональное освоение и использование территорий, минимизацию глобальных и региональных последствий изменения природы и общества, поиск и внедрение инновационных подходов в устойчивом, экологически сбалансированном и безопасном развитии регионов. Основывается на анализе, синтезе и оценке не только теоретических результатов научных исследований, но и практической реализации ландшафтного подхода в различных отраслях науки и производства Тихоокеанского ландшафтного пояса России.

В целом констатируется, что в статье представлены результаты первого морфологического этапа. Отмечается, что профессором Старожиловым продолжается разработка следующих этапов изучения ландшафтных структур как фундамента освоения:

индикационного, узловых ландшафтных структур освоения, планирования, подготовка конкурентоспособных ландшафтных структур к построению моделей природного фундамента и гармонизированных с ними моделей комплексного и отраслевого освоения, мониторинга антропогенных изменений территорий ноо-ландшафтосферы.

**Заключение.** На сегодняшний день на примере Востока России определены основы ландшафтного «фундамента» для практической реализации их в освоении и проведении мониторинга и охраны природы. Предлагается рассматривать природу в границах ландшафтных тел, объединяющих фундамент (вещественный компонент и тектоника), рельеф, климат, почвы, растительность и биоценозы). Понимание ландшафта как тела дает возможность привлекать прежде всего передовые технологии его изучения и получить современную качественную и количественную его характеристику. Становится возможным изучать и привлекать данные по формирующим ландшафтные тела вещественному, энергетическому и информационному разномасштабным потокам. Все это определяет комплексное и всестороннее изучение территорий освоения, получение всесторонней информации о природе в границах, сравнительному анализу выделов ландшафтов и выяснению их природной конкурентоспособности для планирования освоения. Все отмеченное, исходя из практики исследований ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса Северо-Востока России, строится на обязательном картографировании ландшафтов и изучении их структуры и организации и установлении морфологического строения территорий освоения. Использование моделей ландшафтного «фундамента» поможет определить приоритеты и механизмы развития региональных естественных ландшафтов в освоении, разработать меры по стимулированию их развития и приоритетные инфраструктурные проекты, необходимые для пространственного развития экологически грамотного освоения территорий и в том числе например в строительстве, почвоведении, экономике, экологии и других практиках деятельности общества.

\*\*\*

1. Старожилов В.Т. Природопользование: практическая ландшафтная география. / учебник. Школа естественных наук ДВФУ, Тихоокеанского международного ландшафтного центра, Школа естественных наук ДВФУ. Владивосток, 2018. 276с
2. Старожилов В.Т., Суржик М. М. Общее ландшафтоведение и использовани ландшафтного подхода в экологическом мониторинге. Уссурийск, 2014.
3. Старожилов В.Т. Эколого-ландшафтный подход к промышленным территориям юга Дальнего Востока // В сборнике: Современные геофизические и географические исследования на Дальнем Востоке России. материалы 9-й научной конференции, Владивосток: конференция приурочена к Всемирным дням воды и метеорологии, а также к 110-летию ДВГУ и 45-летию ГФФ. Дальневосточный государственный университет, Институт окружающей среды; под редакцией Н. В. Шестакова. Владивосток, 2010. С. 155 -158.
4. Старожилов В.Т. Проблемы ресурсопользования, структура и пространственная организация ландшафтов приокеанских Дальневосточных территорий // В сборнике: Науки о Земле и отечественное образование: история и современность. материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАО А. В. Даринского. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, факультет географии. 2007. С. 310 -312.
5. Старожилов В.Т. Структура и пространственная организация ландшафтов и эколого-ландшафтоведческий анализ приокеанских Дальневосточных территорий (на примере Приморского края). В сборнике: Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий. Международная научно-практическая конференция. Редколлегия: Н. К. Христофорова, Л. С. Бузолева, Ю. А. Гальшева. Владивосток, 2006. С. 182 -185.
6. Старожилов В.Т. Региональное среднемасштабное картирование, структура и пространственно-временная организация ландшафтных геосистем Приморья. В сборнике: Морское картографирование на Дальнем Востоке: Вторые Муравьевские чтения. Материалы научно-практической конференции, посвященной 150-летию Гидрографической службы ТОФ и 120-летию морского картографического производства в России. Печатается по решению Ученого Совета Общества изучения Амурского края. 2006. С. 50 -54.
7. Старожилов В.Т. Ландшафтный мониторинг в обеспечении экологической безопасности районов минерально-сырьевого природопользования (на примере угольного и горнорудного производства Приморья). В сборнике: Совещание географов Сибири и Дальнего Востока. Материалы XIV совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. Дальневосточный федеральный университет. Русское географическое общество. 2011. С. 545 -549.

Сунагатуллин А.А.

**Ключевые особенности органических ингибиторов коррозии в нефтяной промышленности***Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-551

**Аннотация**

Органические ингибиторы коррозии являются одним из пяти способов, помимо выбора материала, конструкции, катодной защиты и покрытий, для защиты материалов от коррозии. Коррозия - это повсеместное явление, которое разрушает все материалы, металлы, пластмассы, стекло и другие материалы. Затраты на коррозию огромны. Органические ингибиторы коррозии широко применяются в промышленности благодаря своей эффективности в широком диапазоне температур, совместимости с защищаемыми материалами, хорошей растворимости в воде, низкой стоимости и относительно низкой токсичности. Органические ингибиторы коррозии адсорбируются на поверхности, образуя защитную пленку, которая удерживает воду и защищает ее от разрушения. Эффективные органические ингибиторы коррозии содержат азот, кислород, серу и фосфор с одиночными электронными парами, а также структурные фрагменты с  $\pi$  - электронами, которые взаимодействуют с металлом, способствуя процессу адсорбции.

**Ключевые слова:** органические ингибиторы коррозии, защитная пленка, низкоуглеродистая сталь.

**Abstract**

Organic corrosion inhibitors are one of five ways, in addition to material selection, design, cathodic protection and coatings, to protect materials from corrosion. Corrosion is a ubiquitous phenomenon that destroys all materials, metals, plastics, glass and other materials. The costs of corrosion are enormous. Organic corrosion inhibitors are widely used in industry because of their effectiveness over a wide temperature range, compatibility with the materials to be protected, good water solubility, low cost, and relatively low toxicity. Organic corrosion inhibitors adsorb to surfaces, forming a protective film that retains water and protects it from degradation. Effective organic corrosion inhibitors contain nitrogen, oxygen, sulfur and phosphorus with single electron pairs, as well as structural fragments with  $\pi$  - electrons that interact with the metal, contributing to the adsorption process

**Keywords:** organic corrosion inhibitors, protective film, low-carbon steel.

Коррозия металлов остается общемировой научной проблемой, поскольку она затрагивает металлургическую, химическую и нефтяную промышленность [1]. Коррозия - это поверхностное явление, известное как атака металлов или сплавов их окружающей средой в виде воздуха, воды или почвы в химической или электрохимической реакции с образованием более стабильных соединений [2, 3, 4]. углеродистая сталь, наиболее широко используемый инженерный материал, составляет примерно 85 % годового производства стали во всем мире. Несмотря на свою относительно ограниченную коррозионную стойкость. Углеродистая сталь обычно выбирается в качестве строительного материала для нефте - и газотранспортных трубопроводов. Внутренняя коррозия уже много лет встречается с углеродистой сталью при добыче нефти и газа. Углеродистая сталь используется в больших тоннажах в химической переработке, добыче и переработке нефти, трубопроводах. Затраты на коррозию металлов в общей экономике должны измеряться в миллионы долларов в год [5, 6].

Коррозия материалов обычно протекает в присутствии кислорода и влаги и включает в себя две электрохимические реакции: окисление происходит на анодном участке, а восстановление на катодном [7]. Существуют различные методы предотвращения коррозии, которые в основном включают в себя те защитные меры, которые обеспечивают отделение

металлических поверхностей от агрессивных сред, или те, которые предназначены для регулирования или изменения окружающей среды. Эти различные методы предотвращения коррозии включают катодную защиту, анодную защиту, покрытие и использование ингибитора коррозии [8].

Ингибиторы - это химические вещества, которые при добавлении небольшими порциями в систему могут защитить металлы от коррозии. Ингибиторы обычно защищают металлы, адсорбируясь на подложке, и таким образом обеспечивают защиту за счет образования пассивного слоя.

Металлическое оборудование и конструкции нефтяных, газовых и нефтеперерабатывающих заводов контактируют с сырой нефтью, природным газом, нефтепродуктами и топливом, растворителями, водой, атмосферой и почвой. Все процессы с участием агрессивных веществ происходят в металлическом оборудовании при температурах от  $-196^{\circ}\text{C}$  до  $+1400^{\circ}\text{C}$  и давлениях от вакуума до 1000 бар. Нефтяные, газовые и нефтеперерабатывающие установки представляют собой высокоопасную отрасль промышленности со средами, которые являются горючими, взрывоопасными, токсичными для здоровья человека или вредными для окружающей среды. Сочетание многочисленных факторов делает нефтяное, газовое и нефтеперерабатывающее оборудование очень уязвимым к различным коррозионным явлениям, которые могут привести к серьезным авариям.

Подобно эволюции нашей планеты, жизни и технологии, нефтяная, газовая и перерабатывающая промышленность развивалась с возрастающей сложностью с момента своего основания в 1859 году. Существуют сопутствующие объекты, такие как системы охлаждения воды, электростанции (с очисткой воды и обеспечением пара), а также установки, связанные с защитой окружающей среды и человека (утилизация углеводородных отходов, очистка сточных вод и выделяющихся газов, дезодорация). Любая газовая установка и нефтепереработка - это очень сложный живой "организм". Каждый газовый завод и нефтеперерабатывающий завод имеет свою уникальную схему переработки, которая определяется имеющимся технологическим оборудованием, характеристиками сырой нефти и природного газа, эксплуатационными затратами и спросом на продукцию. Газовые установки и реакторы не являются абсолютно идентичными по своей работе, но большинство проблем коррозии и их решения могут быть схожими.

Механизм действия ингибиторов основан на их адсорбции на поверхности металла и предотвращении попадания агрессивных веществ на поверхность металла. Поэтому обычно увеличение концентрации ингибиторов уменьшает площадь металла, подверженного воздействию агрессивных компонентов. Большинство ингибиторов коррозии, применяемых в газовых системах, - это "амин", образующий защитную пленку на поверхности металла. При попадании сырой нефти в водную фазу ее ингредиенты способны защитить внутреннюю поверхность труб от коррозии. В качестве ингибиторов коррозии выступают органические соединения, содержащие азот (амины, амиды и их соли), тяжелые карбоновые кислоты и их соли, имидазолин, фенолы, тиомочевина, фосфонаты, бензоаты, насыщенные гидрокарбонаты, ароматические вещества и смолы, содержащиеся в маслах. Большинство ингибиторов коррозии, закачиваемых в трубопроводы природного газа, являются азоторганическими веществами. Ингибиторы не всегда способны предотвратить коррозию в верхней части трубопроводов. В этих случаях рекомендуются летучие ингибиторы коррозии и ингибиторы, вводимые в пенную матрицу. Ингибиторы создают тонкий слой молекул на поверхности металла. Интенсивный поток газа, жидкости или жидко - газовой смеси способен удалить этот слой. Эффективность ингибиторов снижается в присутствии взвешенных веществ и песка, поскольку они притягивают молекулы ингибиторов. Ингибиторы притягиваются к окалине и продуктам коррозии, что снижает их эффективность. Перед началом закачки ингибитора коррозии рекомендуется провести химическую очистку. Необходимо проводить периодическую уборку с использованием "поросят". Ингибиторы, применяемые в системах природного газа, представляют собой органические материалы, которые разлагаются при температурах выше  $200^{\circ}\text{C}$ . Впрыскивание метанола или этиленгликоля для предотвращения образования газовых

гидратов также ингибирует коррозию из-за разбавления водной фазы. Ингибиторы должны функционировать в соответствии с другими химическими веществами, вводимыми в газовые системы различного назначения. Мы можем начать или заменить ингибиторы без остановки и нарушения процесса производства, транспортировки и производства. Это является большим преимуществом по сравнению с другими методами борьбы с коррозией. Кроме того, может быть осуществлен непрерывный контроль эффективности ингибиторов и возможно изменение их концентраций в соответствии с изменениями коррозионной активности природного газа

Коррозия (если ее не контролировать, а именно контролировать или предотвращать) может привести к катастрофам. Поэтому добыча нефти и газа, нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы должны безопасно управлять своими подразделениями. Для этого они должны прилагать усилия по контролю технологических процессов и организации стратегий борьбы с коррозией, чтобы свести к минимуму риски возникновения коррозионных аварий. Управление коррозией включает в себя планирование мероприятий по определению коррозионного риска, выполнение требований стандартов, рекомендуемых практик и спецификаций для правильного подбора материалов, защиты от коррозии и методов мониторинга.

\*\*\*

1. A. Jamal Abdul Nasser and M. Anwar Sathiq " адсорбция и ингибирование коррозии мягкой стали в среде соляной кислоты N - [Морфолин - 4 - ил(фенил) метил] Бензамидом ", International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(11), 6417 - 6426, 2010.
2. Ноха Аль - Касми "природные продукты как ингибиторы коррозии некоторых металлов в водных средах" Диссертация, университет Умм аль - Кура, факультет прикладных наук для девочек, химический факультет, 2010.
3. S. A. Уморен "полимеры как ингибиторы коррозии металлов в различных средах - обзор", The Open Corrosion Journal, 2, 175 - 188, 2009.
4. P. K. Mathew "защита от коррозии при хранении и транзите с использованием ингибиторов Парофазной коррозии" СИ - National Corrosion Management Committee, Cortec - India.
5. Ли. Чонг, Соня Рихтер и Срджан Нешич "влияние ингибитора коррозии на смачивание водой и коррозию CO<sub>2</sub> в двухфазной системе нефть - вода" институт коррозии и многофазной технологии, кафедра химической и биомолекулярной инженерии, Университет Огайо, 2009 год.
6. G. Saad and O. Sasha " Interaction of 12 - aminododecanoic acid with a carbon steel surface: Towards the development of 'green' corrosion inhibitors" Corrosion Science 52 , 2104–2113, 2010.
7. M. Maqsood Ahmad, H. Mohd Ali, Firdosa Nabi " Anti - corrosion Ability of Surfactants: A Review " International Journal of Electrochemical Science, 6 - 1927 – 1948, 2011.
8. А. Фатай Олуфемид " ингибирование коррозии стали AISI / SAE в морской среде ", кафедра металлургии и материаловедения., Leonardo Journal of Sciences, p. 47 - 52, ISSN 1583 - 0233, 2009.

**Третьяков В.И.**

**Сокращение расстояния транспортирования вскрыши за счет формирования транспортной перемычки**

*ООО «Суэк-Хакасия» разрез «Черногорский»  
(Россия, Черногорск)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-552*

**Аннотация**

Снижение затрат на проведение вскрышных работ по транспортной схеме и количество самосвалов участвующих в транспортировке вскрышных пород во внутренние отвалы. Производится сокращение затрат на вскрышные работы и вывод избыточных автомобильных мощностей будет путем сокращения плеча откатки вскрышных пород.

**Ключевые слова:** транспортирование вскрыши, плечо откатки, породная перемычка.

**Abstract**

Reducing the cost of overburden operations according to the transport scheme and the number of dump trucks involved in the transportation of overburden rocks to internal dumps. The costs of

stripping work are being reduced and the withdrawal of excess automotive capacity will be by reducing the shoulder of overburden rolling.

**Keywords:** transportation of overburden, shoulder rollback, rock jumper.

На Черногорском разрезе ввиду горнотехнических условий разреза, в восточной части невозможно вести производство вскрышных работ по бестранспортной технологии. Причиной этому служит удаленное расположение отвала непосредственно от вскрышного забоя, и тем самым у экскаваторов типа драглайн не хватает параметров рабочего оборудования отгружать вскрышные породы во внутренний отвал. Поэтому, в восточной части разреза, применяется транспортный способ удаление вскрыши из рабочих горизонтов.

Одним из наиболее важным фактором, к которому стремятся на предприятии, является сокращение плеча откатки вскрышных пород.

Рассмотрим два варианта плеч откатки вскрышных пород:

1 вариант – существующий вариант, трасса, длиной 3338 м, проходящая вдоль разреза в восточной части, следующая далее;

2 вариант – предлагаемый вариант, строительство породной перемычки, соединяющей транспортную берму непосредственно на площадке разреза с отвальным ярусом для существенного сокращения плеча откатки вскрышных пород.

На рисунке 1 представлен план трассы для откатки вскрышных пород в отвал с нанесенными границами участков, превышениями по абсолютным отметкам, по текущей схеме вывоза вскрышных пород во внутренний отвал.

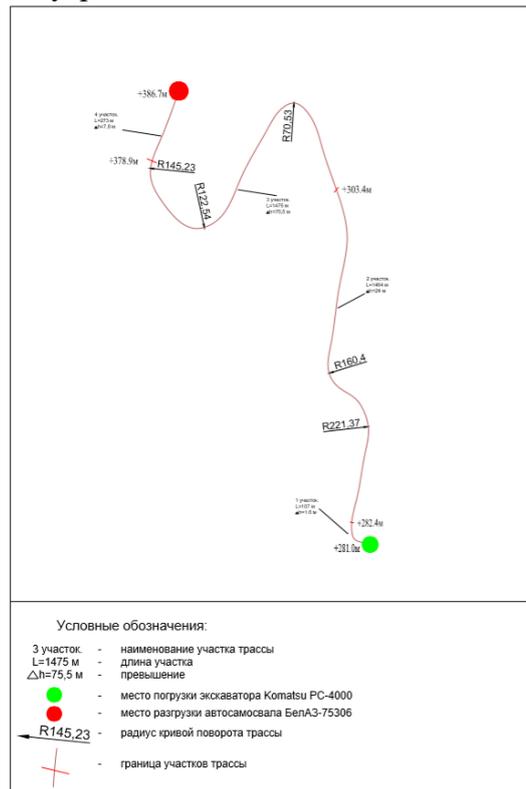


Рисунок 1. План трассы откатки вскрышных пород (существующий вариант)

Начало отсыпки перемычки будет расположено на площадке разреза, это обеспечит минимальное плечо транспортировки вскрышных пород. Отсыпка будет производится вскрышной массой из забоя экскаватора и по технологии отсыпки отвала – у верхней бровки площадки отсыпается предохранительный вал, устанавливаются знаки «Место разгрузки». По мере продвижения фронта отсыпки отвальным бульдозером формируется дорожное полотно с соблюдением заданных параметров. Для достижения наибольшей точности выполнения задачи,

работы будет контролировать горный мастер, маркшейдерская съемка будет производиться ежедневно.

Объем горной массы, складывающий проектное горнотехническое сооружение, рассчитан графическим методом. Для этого сделана выкопировка из ситуационного плана (рисунок 2), отрисован проектный контур породной перемычки с учетом физико-механических свойств пород, построены поперечный и продольный разрезы (рисунок 3). Объем горной массы, слагающий проектную породную перемычку, составляет 916 958 м<sup>3</sup>.

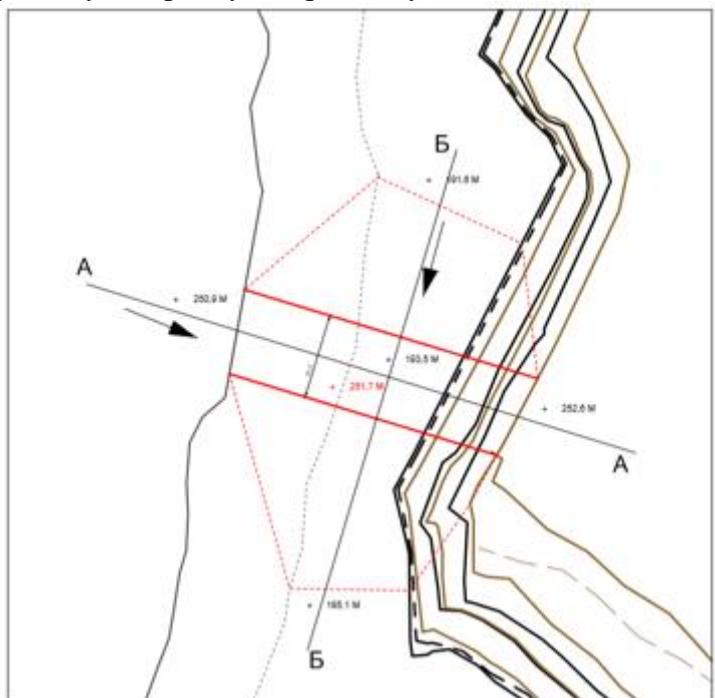


Рисунок 2. Выкопировка из ситуационного плана

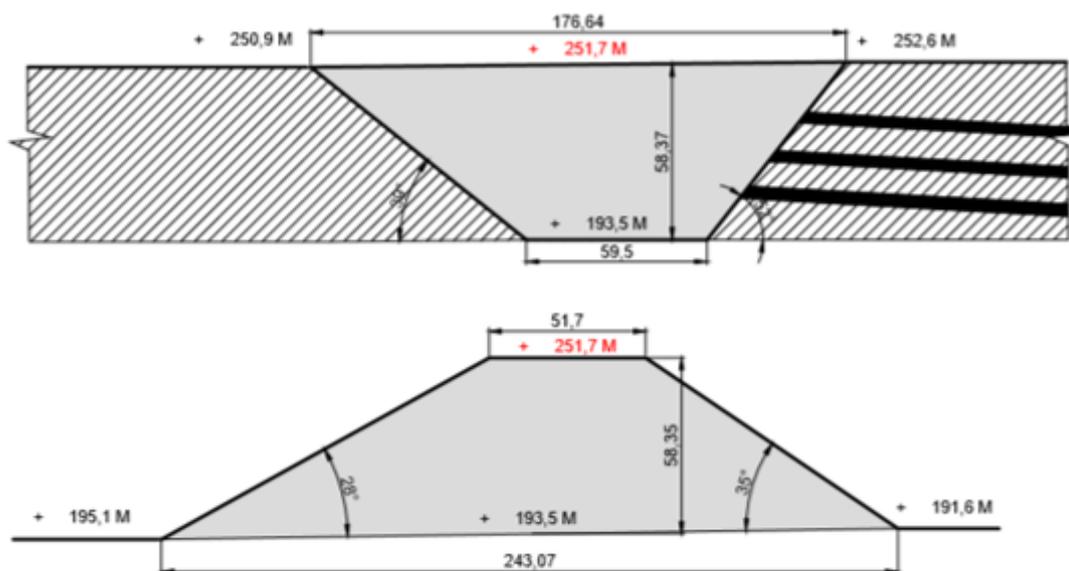


Рисунок 3. Продольный и поперечный разрезы

Профиль нового плеча откатки для транспортирования вскрышных пород через построенную породную перемычку. (рисунок 4) Новая трасса имеет длину 2047 м и короче существующей на 1291 метров.

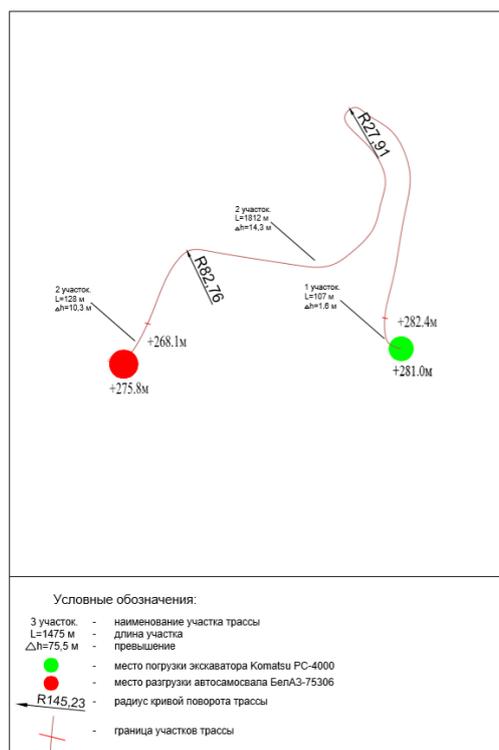


Рисунок 4. План трассы откатки вскрышных пород (предлагаемый вариант)

При сравнении рисунков 1 и 4 видно, что предлагаемый вариант трассы, проходящий через проектную породную переемычку короче, тем самым уменьшается время оборота одного самосвала, маршрут транспортировки сокращается почти в 2 раза.

Из расчетов ЭАК получены данные о количестве автосамосвалов, занятых на вывозку вскрышных работ. Разница по инвентарному парку составит 10 единиц и по рабочему парку 6 единиц, с учетом неизменных объемов вскрыши в год.

Экономическое обоснование доказало эффективность второго варианта, так как показатель чистой прибыли предприятия в первом варианте составил 338 123,38, во втором 527 620,04, что на 189 496 тыс. рублей больше первого. Все вышеизложенное говорит об актуальности предлагаемой технологии, ее новизне и предлагается к применению на других угольных разрезах, имеющих схожую структуру разработки и параметров разреза.

\*\*\*

1. Технический проект открытой разработки Черногорского каменноугольного месторождения. Проектная документация. Пояснительная записка. Том 1 – Красноярск, 2019.
2. Технический проект на разработку Черногорского каменноугольного месторождения. Дополнение 1», ООО «Сибниуглеобогатение», 2017.

**Яковлева Д.С.**

**Система управления непрерывной перегонкой нефти**

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-553

#### Аннотация

Непрерывная дистилляция, форма перегонки, представляет собой непрерывное разделение, в котором смесь непрерывно (без перерыва), подаваемая в процесс, и отделенные фракции непрерывно удаляют в качестве выходных потоков. Перегонка является разделение или частичное разделение исходной смеси жидкости на компоненты или фракции путем селективного кипения и конденсации. Процесс производит по меньшей мере, два выходных

фракций. Эти фракции включают, по меньшей мере, один летучий дистиллят фракцию, которая вареная и был отдельно захваченной в виде пары конденсируется в жидкость, и практически всегда остаток фракции, которая является не менее летучим остаток, который не был отдельно захвачен в качестве сгущенный пар.

**Ключевые слова:** нефть, перегонка, процесс, жидкость, разделение, фракция дистиллят.

### Abstract

Continuous distillation, a form of distillation, is a continuous separation in which a mixture is continuously (without interruption) fed into the process and the separated fractions are continuously removed as output streams. Distillation is the separation or partial separation of an initial liquid mixture into components or fractions by selective boiling and condensation. The process produces at least two output fractions. These fractions include at least one volatile distillate fraction that is boiled and has been separately captured as a vapor condenses into a liquid, and almost always a residue fraction that is no less volatile a residue that has not been separately captured as a condensed vapor

**Keywords:** oil, the distillation process, the liquid separation, the fraction of the distillate.

Сначала перегонку нефти в промышленности производили по такому принципу: нефть нагревали в особых резервуарах — «кубах», выделяющиеся пары отбирали в определённых интервалах температур и конденсировали, получая, таким образом, бензин, керосин и другие нефтепродукты. Но когда сильно возросла потребность в жидком топливе, такой способ оказался невыгодным, так как он требовал много времени и большого расхода топлива на нагревание нефти, не обеспечивал высокой производительности и достаточно хорошего разделения нефти на отдельные нефтепродукты.

В настоящее время перегонку нефти в промышленности производят на непрерывно действующих так называемых трубчатых установках, отвечающих требованиям современного производства.

Установка состоит из двух сооружений — трубчатой печи для нагрева нефти и ректификационной колонны для разделения нефти на отдельные продукты. Трубчатая печь представляет собой помещение, выложенное внутри огнеупорным кирпичом.

Внутри печи расположен многократно изогнутый стальной трубопровод. Печь обогревается газом, подаваемым в неё при помощи форсунок. По трубопроводу непрерывно, с помощью насоса, подаётся нефть. В нём она быстро нагревается до 350—370° и в виде смеси жидкости и пара поступает далее в ректификационную колонну. Нормальная работа ректификационной колонны во многом зависит от технологического режима печи.

Схема регулирования трубчатой печи приводится на рисунке 1. Основной регулируемый параметр в трубчатой печи — температура нагреваемого продукта на выходе из печи. Необходимо, чтобы температура эта поддерживалась постоянной.

В настоящее время на нефтеперерабатывающих заводах применяется схема связанного регулирования температурного режима трубчатых печей. В системе имеются два регулятора 2 и 3. Один из них 2 поддерживает постоянной температуру дымовых газов над перевальной стенкой печи. При отклонении температуры от заданного значения регулятор с помощью клапана 1 изменяет подачу топлива в печь. При постоянстве температуры, состава и расхода нагреваемого продукта и при неизменном состоянии змеевика печи температура продукта на выходе из печи будет постоянной.

Однако эти параметры могут изменяться, а, следовательно, будет меняться и температура продукта на выходе.

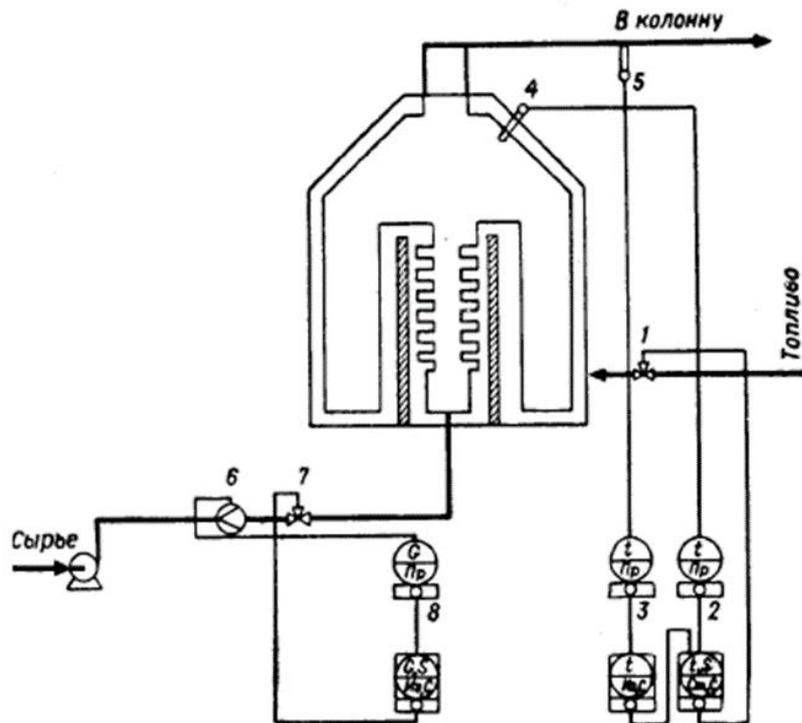


Рисунок 1. Принципиальная схема регулирования трубчатой печи

Чтобы стабилизировать температуру продукта, на выходе его из печи установлен регулятор 3, соединенный с термопарой 5, который при изменении температуры меняет задание регулятору 2 и, следовательно, изменяет в допустимых пределах температуру дымовых газов над перевалом за счет изменения подачи топлива. На температурный режим нефтезаводских печей влияет также равномерность подачи продукта в печь. Поскольку при частом изменении расхода продукта меняется температура в печи и уменьшается продолжительность безаварийной эксплуатации труб змеевика печи, расход продукта в печь следует поддерживать постоянным.

Для поддержания постоянства расхода продукта на выходной линии насоса устанавливается диафрагма 6, связанная с регистрирующим прибором и регулирующим блоком 8. Регулирующий блок в соответствии с установленным заданием действует на клапан 7.

Таким образом, объектом автоматизации является трубчатая печь. Для более качественного управления процессом регулирования температуры нефти следует отказаться от позиционного регулирования и рассчитать возможность установки автоматического регулятора на базе контроллера. Для стабильной работы печи, необходимо установить измерительные приборы, что позволит следить и управлять процессами, происходящими в печи.

\*\*\*

1. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти. - Ч. 3, М: ЦНИИТ, Энефтехим, 2003.
2. Капустин В. М. Основные каталитические процессы переработки нефти /В. М. Капустин, Е. А. Чернышева. - М.: Калвис, 2006. - 116 с.
3. Коршак А. А., Шаммазов А. М.: «Основы нефтегазового дела», издательство «Дизайнполиграфсервис», 2005. - 544 с.

## РАЗДЕЛ XX. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Логвинчук Т.М.

### Общие базовые требования к обеспечению безопасности обогащенных растворимых чайных напитков при их изготовлении

НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово Московской области)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-554

#### Аннотация

В статье приведены сведения из основных нормативно-правовых документов, каждый из которых содержит требования в части контроля и регулирования безопасности пищевой продукции. Практическое значение указанных документов заключается в том, что они могут быть применены в качестве базы для формулирования максимально конкретных требований к обеспечению безопасности обогащенных растворимых чайных напитков при их изготовлении.

**Ключевые слова:** растворимые чайные напитки, обеспечение безопасности, нормативно-правовые документы.

#### Abstract

The article provides information from the main regulatory documents, each of which contains requirements for the control and regulation of food safety. The practical significance of these documents lies in the fact that they can be used as a basis for formulating the most specific requirements for ensuring the safety of enriched instant tea drinks during their manufacture.

**Keywords:** instant tea drinks, security, regulatory documents.

**Введение.** На всех этапах обращения пищевой продукции важнейшее значение принадлежит проблеме обеспечения ее безопасности и качества. Основополагающими правовыми актами в сфере контроля и регулирования безопасности пищевых продуктов в нашей стране являются федеральные законы [1,2,3,4]. Ключевые позиции и приоритеты, направленные на реализацию действующего законодательства, сформулированы в Указе Президента [5] и Распоряжении Правительства Российской Федерации [6].

**Результаты и их обсуждение.** Одним из этапов научно-исследовательской работы, выполняемой в рамках темы «Разработка технологии обогащенных многокомпонентных растворимых чайных напитков с применением растительного сырья», является формирование общих базовых требований к обеспечению безопасности при их изготовлении. Для достижения поставленной цели прежде всего необходимо осуществить подбор методических и нормативных документов, в которых изложены не только рекомендации, но и раскрыты методологические подходы по заявленной тематике. Ниже представлены сведения информативного характера в виде ссылок на источники, содержащие общие базовые требования к обеспечению безопасности пищевых продуктов.

Важнейший документ [7] предусматривает абсолютно для всех изготовителей пищевой продукции обязательное соблюдение требований по разработке и внедрению процедур, связанных с обеспечением ее безопасности, основанных на принципах ХАССП (Анализ рисков и критические контрольные точки), или в английской транскрипции НАССР – Hazard analysis and critical control points.

Основные требования к разработке систем управления безопасностью пищевых продуктов с учетом принципов ХАССП изложены в национальном стандарте [8], в который интегрированы также положения директивы [9]. Система ХАССП позволяет предотвращать риски непосредственно в процессе производства пищевых продуктов, тем самым обеспечивая и гарантируя их безопасность для потребителей.

Следует отметить, что системы безопасности специфичны для каждого процесса производства пищевых продуктов, но все они без исключения должны разрабатываться с учетом семи основных принципов ХАССП, подробно изложенных в стандарте [8].

Таким образом, нормативные документы [7] и [8] должны быть применены в качестве методологической базы для формулирования максимально конкретных требований к обеспечению безопасности обогащенных растворимых чайных напитков при их изготовлении.

Согласно стандарту [8] в исходной информации для разработки систем безопасности должны быть представлены следующие обязательные сведения:

- информация о продукции;
- информация о производстве;
- виды опасностей (включая микробиологические, химические и физические), а также все возможные опасности, которые могут присутствовать в процессах производства пищевых продуктов;
- перечень факторов, по которым риск превышает допустимый уровень;
- перечень превентивных действий, с помощью которых риски могут быть полностью устранены или снижены до приемлемого уровня.

Информация о продукции должна включать комплекс органолептических и физико-химических показателей, микробиологических и гигиенических показателей безопасности, а также, соответственно, их характеристики, нормы и допустимые уровни. В дополнение к перечисленным выше показателям могут быть приведены также индикаторные показатели, специфичные для конкретных продуктов, которые могут служить критериями для их идентификации.

Информация о производстве должна включать блок-схему технологических процессов, которая необходима для выбора и определения стадий и параметров, подлежащих обязательному контролю. Кроме того, блок-схема необходима для выявления и оценки всех видов опасностей (включая биологические, химические и физические), а также для выявления всех возможных опасных факторов, которые могут присутствовать на каждом из технологических процессов. В то же время очень важно отметить, что в перечень факторов, учитываемых в обязательном порядке и без изменений, должны быть включены опасные факторы, перечисленные для групп пищевых продуктов в документе [7].

В стандарте [8] рекомендованы и представлены ключевые позиции, которые должны быть отражены в системе безопасности пищевых продуктов:

- перечень факторов, по которым риск превышает допустимый уровень (устанавливается методом анализа рисков с использованием соответствующей диаграммы);
- перечень превентивных действий, устраняющих риски или снижающих их до приемлемого уровня, определенных и документально оформленных в виде таблицы установленной формы;
- алгоритм определения критических контрольных точек (ККТ) методом «Дерева принятия решений»;
- для ККТ должны быть установлены критерии идентификации (для опасных факторов), критерии допустимого или неприемлемого риска (для контроля признаков риска), допустимые пределы (для применяемых превентивных действий);
- для каждой ККТ должна быть разработана система мониторинга для своевременного обнаружения отклонений от критических пределов и осуществления необходимых превентивных или корректирующих действий;
- для каждой ККТ должны быть составлены и документально оформлены корректирующие действия, принимаемые в случае нарушения критических пределов.

Перечисленные выше принципы являются важнейшей основой для формирования системы контроля безопасности пищевых продуктов, поскольку позволяют предупреждать и предотвращать все возможные возникающие риски путем мониторинга каждого технологического процесса их изготовления.

**Заключение.** Сведения из нормативно-правовых документов, упомянутых в статье, практически могут быть применены в качестве базы для формулирования максимально конкретных требований к обеспечению безопасности обогащенных растворимых чайных напитков при их изготовлении.

*Подготовка рукописи статьи проведена за счет средств субсидии на выполнение научно-исследовательской работы в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000 № 29-ФЗ (последняя редакция).
2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (последняя редакция).
3. Закон РФ от 07.02.1992 № 2300-1 (ред. от 14.07.2022) «О защите прав потребителей».
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (последняя редакция).
5. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Текст] : [Указ Президента Российской Федерации № 20: принят 21.01.2020] : введ. в действие с 21.01.2020.
6. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Текст] : [Распоряжение Правительства РФ №1364-р: принято 29 июня 2016 г.] : введ. в действие с 29.06.2016.
7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Текст] : ТР ТС 021/2011, утв. Реш. Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880 : введ. в действие с 01.07.2013.
8. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования [Текст]. – Введ. 2001–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.
9. Директива Совета Европейского Сообщества 93/43 от 14.06.1993 г. «О гигиене пищевых продуктов».

**Логвинчук Т.М.**

**Разработка рецептур растворимых чайных напитков, обогащенных комплексом витаминов группы В**

*НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово Московской области)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-555*

#### **Аннотация**

В статье представлены результаты исследований, проведенных в рамках темы «Разработка технологии обогащенных многокомпонентных растворимых чайных напитков с применением растительного сырья». Разработаны три рецептурные композиции чайных напитков: «Напиток чайный растворимый с белым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В», «Напиток чайный растворимый с зеленым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В» и «Напиток чайный растворимый с черным чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В». Отмечено, что напитки, приготовленные на основе разработанных рецептур и предназначенные для непосредственного употребления в пищу, обладают не только высокими органолептическими показателями, но и содержат комплекс витаминов группы В, уровень каждого из которых в суточной порции соответствует 25 % от нормы физиологической потребности для взрослых.

**Ключевые слова:** обогащенные растворимые чайные напитки, состав, рецептуры, органолептические показатели, дегустационная оценка.

#### **Abstract**

The article presents the results of research conducted within the framework of the topic "Development of technology of enriched multicomponent instant tea drinks using vegetable raw materials". Three prescription compositions of tea drinks have been developed: "Instant tea drink with

white tea enriched with a complex of B vitamins", "Instant tea drink with green tea enriched with a complex of B vitamins" and "Instant tea drink with black tea enriched with a complex of B vitamins". It is noted that drinks prepared on the basis of developed recipes and intended for direct consumption have not only high organoleptic characteristics, but also contain a complex of B vitamins, the level of each of which in a daily serving corresponds to 25 % of the norm of physiological needs for adults.

**Keywords:** enriched instant tea drinks, composition, formulations, organoleptic indicators, tasting evaluation.

**Введение.** Одним из приоритетных направлений в области здорового питания является производство пищевых продуктов с многокомпонентным составом, включающих не только макронутриенты, но и необходимые организму человека микронутриенты, к которым среди прочих относятся и витамины. Создание таких продуктов является актуальным направлением, так как за счет многокомпонентного состава достигается наиболее полное обеспечение организма человека необходимыми нутриентами в требуемом количестве.

С учетом вышеизложенного, а также на основании информации, представленной в публикации [1], в рамках темы «Разработка технологии обогащенных многокомпонентных растворимых чайных напитков с применением растительного сырья» было принято решение о разработке трех композиций чайных напитков:

- «Напиток чайный растворимый с белым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В»;
- «Напиток чайный растворимый с зеленым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В»;
- «Напиток чайный растворимый с черным чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В».

**Результаты и их обсуждение.** Разработку рецептурных композиций осуществляли на основе комбинирования растворимого белого, зеленого и черного чая и выбранных сухих экстрактов из растительного сырья [2] путем изменения их процентного содержания. При этом диапазон варьирования содержания растворимого чая составлял 10%, остальных экстрактов – 5%.

При изготовлении образцов рецептурных композиций проводилась их дегустационная оценка по следующим органолептическим показателям: внешний вид и цвет сухого продукта, вкус и аромат приготовленного напитка. Определение органолептических показателей проводили с использованием метода сравнения по ГОСТ Р 53161 [3] в части определения заметного органолептического различия между двумя вариантами образцов по рассматриваемым показателям. Основной целью при этом было выявление образцов напитков с наилучшими органолептическими свойствами, по сравнению с другими вариантами.

Анализ результатов дегустации показал, что образцы, получившие максимальную оценку 5,0 баллов по 5-и балльной шкале по всем перечисленным выше органолептическим показателям, имеют состав и рецептуры, представленные в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, оптимальное содержание растворимого чая в представленных рецептурах обогащенных чайных напитков составляет 49,85 %. Добавление в рецептуры менее 49,85 % растворимого белого, зеленого и черного чая оказывает заметное влияние на терпкость вкуса, характерную исключительно для чая. Добавление более 49,85 % растворимого чая приводит к снижению содержания сухих экстрактов из растительного сырья, что не обеспечивает нивелирования его излишне горького вкуса и формирования высоких органолептических показателей напитков.

Дозировка комплекса витаминов группы В осуществлялась в соответствии с требованиями [4] и составила 0,15 % для всех напитков, что теоретически обеспечивает 25 % от нормы физиологической потребности каждого витамина в суточной порции обогащенного напитка (300 мл, приготовленного из расчета 2 г сухого продукта на 100 мл воды). При этом указанная дозировка позволяет свести к минимуму возможное негативное влияние обогащающих компонентов на естественный вкус конечного продукта.

Для разработанных напитков установлен следующий способ приготовления одной порции напитка: 2 г сухого продукта залить 100 см<sup>3</sup> горячей кипяченой, но не кипящей воды, тщательно перемешать.

Таблица 1

*Состав и рецептуры обогащенных растворимых чайных напитков*

№ п/п	Наименование и состав чайного напитка	Рецептура, %
1.	<b>«Напиток чайный растворимый с белым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В»:</b>	
	- чай белый растворимый	49,85
	- сухой экстракт плодов персика	25,0
	- сухой экстракт плодов клубники	15,0
	- сухой экстракт плодов ежевики	10,0
	- комплекс витаминов группы В	0,15
2.	<b>«Напиток чайный растворимый с зеленым чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В»:</b>	
	- чай зеленый растворимый	49,85
	- сухой экстракт плодов брусники	22,5
	- сухой экстракт плодов персика	19,5
	- сухой экстракт плодов черники	8,0
	- комплекс витаминов группы В	0,15
3.	<b>«Напиток чайный растворимый с черным чаем, обогащенный комплексом витаминов группы В»:</b>	
	- чай черный растворимый	49,85
	- сухой экстракт плодов клубники	30,0
	- сухой экстракт плодов ежевики	10,0
	- сухой экстракт плодов черники	10,0
	- комплекс витаминов группы В	0,15
* Комплекс витаминов группы В включает витамины: В <sub>1</sub> (тиамин), В <sub>2</sub> (рибофлавин), В <sub>3</sub> (ниацин), В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота), В <sub>6</sub> (пиридоксин), В <sub>7</sub> (биотин), В <sub>9</sub> (фолиевая кислота), В <sub>12</sub> (цианокобаламин) [1].		

В приготовленном виде напитки обладают хорошо выраженным ароматом, характерным для сочетания аромата растворимого чая и используемых компонентов, а также гармоничным вкусом, хорошо сбалансированным в рамках горечи чая и оттенков вкуса используемых компонентов, что достигается исключительно за счет оптимального сочетания растворимого чая и сухих экстрактов другого растительного сырья.

На следующем этапе работы в соответствии с рецептурами, представленными в таблице 1, будут изготовлены лабораторные образцы обогащенных растворимых чайных напитков, предназначенные для дальнейших исследований фактического химического состава, включая аналитическую оценку макро- и микронутриентного состава, в том числе оценку сохранности витаминов группы В, которые обеспечивают соответствующие заявленные отличительные признаки разработанных напитков, а также для аналитической оценки показателей безопасности разработанных напитков на соответствие их требованиям [5].

**Заключение.** В результате проведенных исследований разработаны рецептурные композиции обогащенных растворимых чайных напитков, обладающих не только высокими органолептическими показателями, но и содержащих комплекс витаминов группы В, уровень которых в конечных продуктах (приготовленных на их основе напитках, предназначенных для непосредственного употребления в пищу) соответствует 25 % от суточной физиологической потребности для взрослых.

*Подготовка рукописи статьи проведена за счет средств субсидии на выполнение научно-исследовательской работы в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Логвинчук, Т. М. Расчетное количество и формы витаминов группы В для обогащения растворимых чайных напитков // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – №91. Часть 7. – С.176-178. DOI: 10.18411/trnio-11-2022-379.

2. Логвинчук, Т. М. Выбор растительного сырья для создания многокомпонентных растворимых чайных напитков // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – №83. Часть 2. – С.83-87. DOI: 10.18411/trnio-03-2022-67.
3. ГОСТ Р 53161-2008 (ИСО 5495:2005). Органолептический анализ. Методология. Метод парного сравнения [Текст]. – Введ. 2010–01–01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 23 с.
4. Методические рекомендации «Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [Текст] : МР 2.3.1.0253-21, утв. 22.07.2021 г. : введ в действие с 22.07.2021. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2021. – 72 с.
5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Текст] : ТР ТС 021/2011, утв. Реш. Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880 : введ в действие с 01.07.2013.

**Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.**

**Адаптационные процессы в организме человека**

*НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово Московской области)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-556*

#### **Аннотация**

Адаптация в организме протекает с начала воздействия повреждающего фактора. При различных болезнях и травмах возникают нарушения обмена веществ на всех уровнях, включая клеточный, вызывающие напряжённое функционирование адаптационных систем организма для поддержания гомеостаза, что является естественным и необходимым процессом.

**Ключевые слова:** адаптация, гомеостаз, питательные вещества, недостаточность питания, энергопластические потребности организма.

#### **Abstract**

Adaptation in the body takes place from the moment the damaging factor begins to affect. In various diseases and injuries, metabolic disorders occur at all levels, including cellular, causing intense functioning of the adaptive systems of the body to maintain homeostasis, which is a natural and necessary process.

**Keywords:** adaptation, homeostasis, nutrients, malnutrition, energy-plastic needs of the body.

Равновесие постоянно протекающих в здоровом организме процессов распада и синтеза всех составных частей тканей и органов возможно только при непрерывном поступлении всех питательных веществ в адекватных потребностям организма количествах [1, 2].

Недостаток любого питательного вещества, в первую очередь, относящегося к эссенциальным нутриентам, в результате усиления эндогенного катаболизма, особенно в сочетании с угнетением анаболических процессов, или при нарушении поступления пластических и энергетических веществ с пищей, влечёт за собой нарушение метаболического фонда клеток [1, 2].

Особенность течения адаптационных процессов, выраженность первоначальных нарушений гомеостаза, величина напряжения функциональных систем, обеспечивающих адаптивную реакцию, длительность стадий срочной и промежуточной адаптации, будет зависеть, в первую очередь, от степени тяжести повреждения и тяжести состояния организма, а также от степени нарушения энергетической и качественной адекватности питания и имеющихся резервов питательных веществ в организме [3].

Так, при чрезмерном ограничении потребления пищи по сравнению с реальными потребностями организма, что обычно наблюдается в ранний восстановительный период, нарушения гомеостаза сохраняются в течение достаточно длительного времени, вследствие чего реакция адаптации может превратиться в звено патогенеза различных заболеваний на любой стадии адаптационного процесса [3].

Синергизм взаимодействия травматической болезни и инфекционного процесса хорошо известен. Многочисленные клинично-экспериментальные исследования, проведённые в разных странах, убедительно доказали, что инфекционно-воспалительные осложнения при различных повреждениях связаны с негативным воздействием факторов травматического шока и со специфическим иммунологическим ответом организма, а также с действием неспецифических защитных механизмов, эффективность которых зависит от обеспечения организма питательными веществами, особенно белком [4, 5, 6].

На течение процессов срочной адаптации, помимо действия специфических факторов ранения или травмы (крово- и плазмопотеря, сужение кровеносных сосудов, приводящее к уменьшению объёма питающей организм крови, гипоксия тканей, токсемия, нарушение функции повреждённых органов) большое влияние оказывает стресс.

Наряду с повышением уровня энерготрат, раневой, ожоговой, травматической стресс характеризуется резким усилением процессов катаболизма и выраженными нарушениями метаболизма, особенно белкового [6].

Повышенные потребности в энергии для обеспечения адаптационных процессов первоначально покрываются за счёт депо гликогена печени и мышц. Использование гликогена печени и мышц - легкодоступный, но небольшой по объёму источник энергии, порядка 800 ккал, который, как показано в многочисленных работах [3, 7], может обеспечить обычные энергетические потребности организма в условиях полного покоя только в пределах 10÷12 часов.

Расход запасов углеводов приводит к возникновению гипогликемии и, как следствие, к дальнейшей стрессовой мобилизации энергетических и структурных ресурсов организма [3, 8]. В первую очередь, начинается интенсивное использование триглицеридов жировой ткани, что считается частью раннего нейроэндокринного ответа на ранение, травму, болевой шок и другие экстремальные ситуации.

Ведущее значение в этом процессе принадлежит катехоламинам и глюкокортикоидам. Повышенная секреция адреналина и норадреналина из надпочечников оказывает мощное липотропное действие, т.е. вызывает мобилизацию липидов из жировых депо, а также активирует процессы перекисного окисления липидов. Усиление липолиза приводит к увеличению содержания в крови свободных жирных кислот [9].

Мобилизуемые жирные кислоты поступают в печень, где происходит их окисление, которое приводит к образованию кетоновых тел (ацетоуксусной и  $\beta$ -оксимасляной кислот и ацетона), которые служат для организма дополнительным источником энергии как субстрат для мышечной, почечной и других тканей, однако их избыток вреден для организма.

В последующие дни негативные последствия кетоза уменьшаются, кетонурия прекращается, использование кетоновых тел становится более эффективным. Окончательный переход на стабильное энергообеспечение организма за счёт жировых запасов происходит только на 7-10 день, хотя он может продолжаться и значительно дольше [9].

Имеются также многочисленные данные, свидетельствующие о том, что при достаточно сильном стрессе происходит значительная активация процесса перекисного окисления липидов, приводящая к накоплению гидроперекисей жирных кислот, которые оказывают повреждающее действие на клеточные мембраны и внутриклеточные структуры [1, 9]. Этим процессам противостоит существующая в организме мощная антиоксидантная система, состоящая из различных групп веществ, к которым относятся и некоторые пищевые вещества, в том числе витамины Е (токоферол), С (аскорбиновая кислота) и  $\beta$ -каротин [6, 10].

Одновременно с усилением липолиза жировой ткани в организме активируются процессы, направленные на поддержание концентрации глюкозы в крови на достаточном уровне. Для этого в энергетический обмен активно вовлекаются тканевые белки, в первую очередь, белки скелетных мышц [9].

Величина потерь белка прямо связана с тяжестью состояния, обширностью повреждений и может достигать значительных величин и приводить к отрицательному азотистому балансу, обусловленному не только разрушением, но и недостаточным

поступлением аминокислот в организм вследствие снижения активности пептидаз в тонкой кишке. При этом ухудшается ассимиляция белков и пептидов, но транспорт аминокислот в тонкой кишке остается ненарушенным. Это создает предпосылки для коррекции белкового обмена путём введения в рацион вместо белков, которые не усваиваются, эквивалентных им аминокислотных смесей - единственного вида азотистой пищи, который хорошо всасывается [11].

Таким образом, в течение 7÷10 дней, которые следует рассматривать как период срочной и промежуточной адаптации организма при ранениях и травмах, длительность которой зависит от тяжести травмы, в среднем составляя 3÷7 суток при изолированной травме, а при тяжёлой сочетанной травме - 5÷10 суток [11], завершается перестройка обменных процессов в организме на новый уровень функционирования.

Следует учитывать при этом, что продолжительность и выраженность катаболической фазы стресса при тяжёлых ранениях и травмах могут препятствовать развитию фазы долговременной адаптации, в течение которой происходит повышение резистентности организма. Поэтому для обеспечения благоприятного течения адаптационных процессов в организме раненых и поражённых важное значение имеет как можно более ранняя и адекватная потребностям организма нутриционная поддержка.

*Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Гальперин, Ю.М. Пищеварение и гомеостаз / Ю.М. Гальперин, П.И. Лазарев // М.: Наука, 1986. 304 с.
2. Уголев, А.М. Теория адекватного питания и трофология – СПб: Наука, 1991. 271 с.
3. Казначеев, В.П. Современные аспекты адаптации // Новосибирск: Наука, 1980. 192 с.
4. Питание в профилактической медицине. Основные синдромы недостаточности питания, эпидемиология и пути борьбы с ними / Под.ред. Г.Х.Битона и Дж.М.Бенгоа: Пер. с англ. [Текст] // ВОЗ.-М.: Медицина, 1978. 594 с.
5. Попов, А.А. Белково-калорийная недостаточность и иммунные процессы / Попов А.А., Кристев Л.П., Ташев Т.А.// Вопр. питания. 1977. №3. С. 18-22.
6. Hill, J.O., Peters J.C., Reed G.W. et al. Nutrient balance in humans: effects of diet composition // Am. J. Clin. Nutr. 1991. Vol. 54, N 1. P. 10-17.
7. Corman, Z.C. Effects of specific nutrients on the immune response: selected clinical applications // Med. Clin. North Amer. 1985. Vol. 69, N 4. P. 759-791.
8. Pellett, P.L. Protein requirements in humans // Amer. J. Clin. Nutr. 1990. Vol. 51, N 5. P. 723-737.
9. Шестопалов, А.Е. Энтеральная коррекция нарушений иммунного статуса в интенсивной терапии критических состояний у хирургических больных / Реаниматология на рубеже XXI века // М.: Б.и., 1996. С. 351-353.
10. Schmidt, K. Antioxidant vitamins and  $\beta$ -carotene: effect on immuno-competence // Amer. J. Clin. Nutr. 1991. Vol. 53, N 1, suppl. P. 383-385.
11. Рогов, И.А. Эффективность использования сбалансированной питательной смеси «Оволакт» в интенсивной терапии хирургических больных / И.А. Рогов, А.Е. Шестопалов, В.А. Белов // Воен.-мед. журн. 1989. №10. С. 23-27.

**Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.**

**Анализ современного состояния рынка лечебного питания**

*НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово Московской области)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-557

#### **Аннотация**

Специализированное лечебное питание обеспечивает нутриционную поддержку пациентов при тяжелых состояниях здоровья, например, при онкологических, инфекционных заболеваниях, постинсультных состояниях, послеоперационный период. Возможны два вида

поддержки: энтеральное или парентеральное питание. Сегодня на рынке представлено много продуктов для нутриционной поддержки и рынок продолжает развиваться.

**Ключевые слова:** нутриционная поддержка, энтеральное питание, питательные смеси, нутритивная недостаточность, энергопластические потребности организма.

### Abstract

Specialized therapeutic nutrition provides nutritional support for patients with severe health conditions, for example, with oncological, infectious diseases, post-stroke conditions, postoperative period. Two types of support are possible: enteral or parenteral nutrition. There are many nutritional support products on the market today and the market continues to develop.

**Keywords:** nutritional support, enteral nutrition, nutritional mixtures, nutritive insufficiency, energy-plastic needs of the body.

Нутриционная поддержка – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение относительно устойчивого трофического гомеостаза с целью оптимизации структурно-функциональных и метаболических процессов организма и его адаптационных резервов [1].

При тяжелых состояниях здоровья (онкологические, инфекционные, неврологические заболевания, острые отравления, заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), постинсультные состояния, пред- и послеоперационный период) пациентам показаны два вида нутриционной поддержки: энтеральное или парентеральное питание. При энтеральном используют специальные смеси, которые всасываются обычным физиологическим путем, то есть через ЖКТ. При парентеральном питании питательные вещества поступают в организм, минуя кишечник, чаще всего внутривенно [1, 2].

Научно доказана прямая связь использования энтерального питания со скоростью выздоровления пациентов и их выживаемости. При своевременном применении энтерального питания на 20-25% сокращается частота госпитальных инфекционных осложнений. Длительность пребывания пациентов в отделении интенсивной терапии снижается на 3-4 суток, расход препаратов крови падает до 30%, до 15% уменьшается послеоперационная и реанимационная летальность [2, 3].

На рынке представлено много продуктов для нутриционной поддержки. Специальные лечебные смеси стали частью комплексной терапии, однако у многих пациентов сохраняется риск недостаточного питания. Европейская ассоциация энтерального и парентерального питания ESPEN сообщает, что трофическая недостаточность наблюдается у почти 48% пациентов хирургических отделений, до 59% - в терапии, до 57% - в гериатрии, до 88% - в онкологии, до 63% - в пульмонологии, до 60% - в гастроэнтерологии, до 59% - среди инфекционных больных [2, 3, 4, 5].

По данным российских экспертов у более 50% поступающих в стационары фиксируют нутритивную недостаточность, при онкологических заболеваниях эти цифры достигают 80%. Исследования показали, что у 20% пациентов, поступающих в стационары, отмечается истощение и недоедание, у 50% - нарушения жирового обмена, у 50% есть признаки гипо- и авитаминоза, у более чем 50% - изменения иммунного статуса. В данной ситуации развитие рынка продуктов специализированного лечебного питания приобретает особую актуальность [2, 4, 5].

Рынок специализированного лечебного питания в России представлен компаниями Danone, Nestle, Abbott, В. Braun, Hero, а также российским производителем «Инфаприм». Российский рынок на 96% закрывается за счет импорта, на 1% - за счет поставок из Беларуси. Собственное производство составляет 3% от общего объема потребления. Оптимальная доля импорта в категории должна сохраняться на уровне 50%, а не на 96% как сейчас [4].

Потребность в данной продукции очень высока. В 2020 году рост данной категории на российском рынке составил в среднем 9% преимущественно за счет более широкого его применения при лечении различных заболеваний. Наибольший рост наблюдается в категориях питания, предназначенного для пациентов онкологического профиля, пациентов с аллергией к

белкам коровьего молока, с редкими заболеваниями. Рост связан с результатами многочисленных исследований, доказавших, что специализированное питание повышает эффективность лечения, улучшает качество жизни, снижает количество осложнений. Нутриционная поддержка включается в протоколы лечения пациентов как неотъемлемый компонент лечения [2, 3, 4, 5].

Дальнейшему развитию рынка лечебного питания будет способствовать рост уровня жизни, а также развитие систем здравоохранения. В мире растет продолжительность жизни и увеличивается численность пожилого населения. Вместе с этим растет и потребность в специальных смесях, применяемых при состояниях, которые мешают привычному потреблению пищи [4, 5].

Инновации и технологическое развитие отрасли станет еще одним фактором, который будет стимулировать развитие сектора энтерального питания. Компании расширяют портфолио продуктов и предлагают удобные форматы смесей, например, в готовом формате, который не требует разведения. Такую смесь удобно принимать как в стационаре, так и дома во время реабилитации.

*Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Руководство по клиническому питанию / под ред. В.М. Луфта, С.Ф. Багненко, Ю.А. Щербука: СПбНИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. – СПб, 2010. 427 с.
2. Струков Е.Ю., Щеголев А.В., Мещеряков Д.С. и др. Анализ адекватности искусственного питания в хирургических клиниках многопрофильного стационара // Вестник российской военно-медицинской академии. 2015, № 3 (51). С. 99-102.
3. Park YE, Park SJ, Park Y, Cheon JH, Kim TI, Kim WH. Impact and outcomes of nutritional support team intervention in patients with gastrointestinal disease in the intensive care unit. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Dec;96(49):e8776. doi: 10.1097/MD.0000000000008776. PMID: 29245235; PMCID: PMC5728850.
4. Антонова Н.И. Обзор: как развивается категория лечебного питания в России и мире // Новости и аналитика молочного рынка. ИА Milknews [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/longridy/lechebnoye-pitaniye.html> (дата обращения: 06.12.2022).
5. Гамеева Е.В., Степанова А.М., Хороненко В.Э., Гриднев О.В., Свиридов С.В., Шестопалов А.Е. Нутритивная поддержка на периоперационном этапе лечения пациентов онкологического профиля. *Современная Онкология*. 2022;24(1):125–132. DOI: 10.26442/18151434.2022.1.201479

**Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.**

**Медико-технические требования, предъявляемые к продукту для энтерального питания больных с повышенной потребностью в белке**

*НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово Московской области)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-558

**Аннотация**

Приведены медико-технические требования к продукту направленного действия, а именно, введены ограничения по содержанию белков, жиров и углеводов в соответствии с особенностями метаболизма для данной категории больных. Оговариваются аминокислотный состав, содержание лактозы, моно-, ди- и полисахаридов, жирнокислотный состав, содержание витаминов, микро- и макроэлементов.

**Ключевые слова:** белковая недостаточность, оптимальное питание, недостаточность питания, метаболизм.

**Abstract**

The medical and technical requirements for the targeted product are given, namely, restrictions on the content of proteins, fats and carbohydrates are introduced in accordance with the peculiarities of

metabolism for this category of patients. The amino acid composition, the content of lactose, mono-, di- and polysaccharides, fatty acid composition, the content of vitamins, micro- and macroelements are discussed.

**Keywords:** protein deficiency, optimal nutrition, malnutrition, metabolism.

В основу разработки продукта положены существующие подходы к формированию обогащённых питательных смесей, особенности изменения метаболизма, концепция оптимального питания, а также Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [1, 2].

На основании результатов изучения организации и состояния фактического питания больных, с учётом существующих подходов к питанию, эффективности результатов, современных требований рационального питания, предъявляемых к энергетической ценности, содержанию основных питательных веществ в рационах питания, были сформулированы следующие Медико-технические требования к продукту:

- высокие органолептические показатели;
- готовность к употреблению без какой-либо доработки;
- соответствующая физико-химическая форма (консистенция), определяющая удобство употребления продукта, его хорошее усвоение;
- оптимальная для употребления масса или объём пищевого продукта;
- оптимальный химический и компонентный состав, обеспечивающий организм больных всеми необходимыми питательными веществами и энергией, а также способствующий стимулированию восстановительных процессов в организме;
- соответствующая упаковка, обеспечивающая защиту продукта от механических повреждений и вредных воздействий;
- длительность хранения не менее 12 месяцев.

На основании указанных МТТ было принято, что разработка обогащённого продукта в виде растворимого в воде порошка является наиболее удобной для употребления формой, которая обеспечивает эффективное всасывание в желудочно-кишечном тракте входящих в состав питательных веществ, а также обеспечивает возможность самостоятельного использования больными в качестве отдельного приёма пищи.

Энергетическая ценность разрабатываемого обогащённого продукта должна соответствовать средней энергетической ценности блюд обычного рациона. Это позволит производить адекватные в этом отношении замены блюд при планировании питания (составлении раскладки продуктов), то есть находиться в пределах 450-500 ккал на 100 г продукта, составляя около 12-13% от рекомендованной величины энергетической ценности пищевого рациона.

Содержание белка должно находиться в пределах 20-25 г на 100 г продукта, что составит около 20-25% от энергетической ценности продукта. Увеличение энергетической квоты белков нецелесообразно, так часть белка будет использоваться не по его прямому назначению, то есть на пластические нужды, а в качестве источника энергии. Уменьшение содержания белков в продукте также нежелательно, так как это усложнит формирование сбалансированного пищевого рациона в отношении их белковой составляющей.

В составе разрабатываемого продукта необходимо предусмотреть наличие широкого спектра аминокислот. При этом особое внимание следует уделить достаточному содержанию в них четырёх незаменимых аминокислот, лимитирующих качество белка в обычных пищевых рационах человека, а именно: лизина, метионина, треонина и триптофана.

Все процессы биосинтеза в организме являются реакциями, протекающими с потреблением энергии. Источником энергии в основном выступают углеводы и жиры. Обеспечивая организм необходимой энергией, они предохраняют эндогенный белок от использования на энергетические нужды.

Содержание углеводов в составе указанного пищевого продукта должно находиться в пределах 50-60 г на 100 г продукта, что составит около 60-65% от энергетической ценности продукта. Моно- и дисахариды следует поддерживать на уровне 25-30% от общего количества углеводов, что несколько превышает обычно рекомендуемые величины. Такое увеличение связано с их благоприятным влиянием на восстановление метаболизма тканей.

Содержание жира должно находиться в пределах 10-15 г или 15-20% от общей энергетической ценности, в основном в виде эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот.

Витаминная обеспеченность организма также имеет большое значение для повышения эффективности восстановительных процессов. Поэтому включение витаминов в состав нового обогащённого продукта, учитывая повышенную потребность организма в них, является обязательным [3].

Рекомендуемое содержание витаминов в разрабатываемом обогащённом продукте следует поддерживать на повышенных уровнях, составляющих до 50% суточной потребности. Это обусловлено, прежде всего, выраженной способностью витаминов усиливать интенсивность процессов регенерации, о чём свидетельствуют результаты применения витаминотерапии [4, 5], и, кроме того, их дефицитом в традиционном ассортименте диет.

Особое внимание следует обратить на введение таких жирорастворимых витаминов как витамин Д, А, Е, К, а также аскорбиновой кислоты (витамин С), имеющих важное значение для нормализации процессов метаболизма. Кроме того, витамины А, Е и С являются мощными природными антиоксидантами, что будет способствовать нормализации антиоксидантной активности клеток организма, учитывая активацию процессов перекисного окисления липидов в посттравматический период [6].

Исходя из вышесказанного, сформулированные требования по макро- и микронутриентному составу обогащённого продукта, представлены в таблице.

Таблица 3.1

*Рекомендуемый состав обогащённого продукта для больных с повышенной потребностью в белке*

Показатель	Содержание в 100 г сухого продукта
Белок, г	20-25
Жир, г	10-15
Углеводы, г	50-60
Энергетическая ценность, ккал	450-500
Минеральные вещества:	
Кальций, мг	485-655
Фосфор, мг	400-540
Калий, мг	480-650
Магний, мг	86-116
Железо, мг	3,15-4,25
Медь, мг	0,31-0,43
Цинк, мг	6,2-8,4
Йод, мкг	30-40
Марганец, мг	0,31-0,43
Селен, мкг	14-18
Хром, мкг	13-17
Молибден, мкг	14-20
Витамины, не менее:	
Д, мкг	0,57
А, мкг ретинол- эквивалента	400
С, мг	35
Е, мг токоферол- эквивалента	2,09
К, мг	0,015
В1, мг	0,302
В2, мг	0,35
В6, мг	0,442
Ниацин, мг ниацин- эквивалента	3,72
Фолат, мкг	470
В12, мкг	0,7

**Примечание:**

1 ретинол- эквивалент = 1 мкг ретинола или 6 мкг β-каротина;

1 токоферол- эквивалент = 1 мг - α- токоферола;

1 ниацин эквивалент = 1 мг ниацина или 60 мг триптофана.

*Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Дьяконов, М.М. Некоторые показатели обмена веществ и энергии при неадекватном питании // М.М. Дьяконов, И.Д. Кудрин / Вопр.питания. 1983. №2. С.27-30.
2. Луфт, В.М. Нутриционная поддержка больных в клинической практике [Текст] / Луфт В.М., Хорошилов И.Е. // СПб.: ВМедА, 1997.-120 с.
3. Климантова, Е.В. Витаминизация продуктов питания: опыт европейских стран и России // Здоровое питание: воспитание, образование, реклама / Мат. 6 всерос. конф. М., 2001. С. 87-88.
4. Коденцова, В.М. Обеспеченность витаминами детей дошкольного и младшего школьного возраста из группы риска по возникновению нарушений минерализации костной ткани / Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Спиричева Т.В. и др. // Вопросы питания. 2002. №3. С. 3-7.
5. Новиков, В.С. К методике исследования функциональной активности лейкоцитов в физиолого-гигиенических исследованиях // Гиг. и сан. 1982.- №3. С. 56-57.
6. Матье, Г. С витаминами – к здоровью - М.: Покупки на дом, 2001. 260 с.

**Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О.**

**Современные подходы к созданию специализированных продуктов питания, влияющих на обмен веществ в организме человека**

*НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»*

*(Россия, пос. Измайлово Московской области)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-559*

**Аннотация**

Технология производства специализированных продуктов питания для больных, нуждающихся в лечебном питании, должна предусматривать высокоэффективные технологические процессы, максимально сохраняющие пищевую ценность исходного сырья и обеспечивающие высокий санитарно-гигиенический уровень производства. Требуется комплексный анализ органолептических, физико-химических и микробиологических показателей нового продукта, а также проведение его клинических испытаний, подтверждающих функциональные свойства.

**Ключевые слова:** коррекция метаболизма, энтеральное питание, питательные смеси, нутритивная недостаточность.

**Abstract**

The technology of production of specialized food products for patients in need of therapeutic nutrition should provide for highly efficient technological processes that preserve the nutritional value of the raw materials as much as possible and ensure a high sanitary and hygienic level of production. A comprehensive analysis of the organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters of the new product is required, as well as conducting clinical trials confirming its functional properties.

**Keywords:** correction of metabolism, enteral nutrition, nutritional mixtures, nutritional insufficiency.

Технологические разработки по созданию специализированных продуктов питания складываются из создания композиций. Основой продукта являются, как правило, трёхкомпонентные сбалансированные белково-углеводно-жировые композиции [1, 2].

Белковая часть, состоящая из продуктов высокоэффективной переработки, выполняет роль стимуляторов регенерации тканей в организме человека [1, 2, 3].

Липиды являются одним из наиболее лабильных компонентов продуктов питания, в связи с этим изучение их состава направлено на прогнозирование профилактического действия и сроков хранения продукта. Липидная часть, состоящая из растительных масел, содержит линолевую, линоленовую и арахидоновую кислоты, т. е. незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, которые не могут синтезироваться в организме, но способны оказывать положительное влияние на усиление функционирования иммунной системы. Кроме того, липидная часть композиции содержит жирорастворимые витамины А, Е, Д [1, 4].

Углеводная часть, входящая в пищевую композицию, варьирует и представляется различными видами овощных, зерновых культур и фруктов, что позволяет разнообразить вкусоароматическую гамму продуктов, а пищевые волокна этого сырья выполняют роль энтеросорбентов [1, 4].

Учитывая современные тенденции науки о питании, исследователи на основе научной методологии проектирования пищи разрабатывают новые виды пищевых композиций, обладающих целенаправленными профилактическими свойствами [4, 5, 6]. Они, как правило, включают пищевые вещества, способствующие регулированию или ликвидации метаболических расстройств и патологических сдвигов в организме человека.

Современная наука о питании рассматривает пищу не только как источник энергии, но и важных биологически активных нутриентов, которые участвуют в регуляции различных функций и систем организма человека и могут быть включены в состав функционального питания [1, 4, 5, 6, 7].

Одним из них является кальций, который является жизненно важным элементом для организма. При его недостатке происходит деформация клеток и дезинтеграция тканей, снижение свёртываемости крови, нарушение проницаемости клеточных мембран, спазм мышц, размягчение костей, что находит свои клинические проявления [5, 6].

Кальций молока самый легкоусваиваемый из существующих в природе источников кальция. Исключительно благоприятно сбалансирован в нём комплекс витаминов А, В<sub>2</sub>, D, каротина, холина, токоферолов, тиамина и аскорбиновой кислоты. Всё это оказывает нормализующее влияние на уровень холестерина сыворотки крови [5, 6, 7].

Пищевая и биологическая ценность молока заключается в том, что его компоненты хорошо сбалансированы; они легко усваиваются; компоненты молока используются в основном для «строительных» (пластических) целей [8].

Аминокислоты молока настолько хорошо сбалансированы, что его белки усваиваются на 98%. По этому показателю они уступают (и только на 2%) белкам яйца, аминокислотный баланс которого принят Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) за эталон (100%). Кроме того, некоторые необходимые организму вещества встречаются только в молоке. Назовём лишь дефицитную арахидоновую кислоту и биологически активный белково-лецитиновый комплекс. Оба эти компонента препятствуют развитию атеросклеротических процессов в организме [6, 7, 8].

В молоке представлены в основном три вида белка: казеин (казеиноген), лактоальбумин, лактоглобулин. Все виды молочных белков хорошо сбалансированы по аминокислотному составу.

Казеина в молоке - 2,7% (81,9% от общего количества всех белков). Лактоальбумина - 0,4% (12,1%). Лактоглобулина - 0,2% (6%).

Белки молока отличаются тем, что связаны в едином комплексе с фосфором и кальцием, а также особенностями коллоидной структуры [8].

Кальций особенно важен для эффективности регенеративных процессов при повреждениях и заболеваниях костной ткани, однако не во всех пищевых продуктах кальций находится в доступной для организма форме, и поэтому во многих странах разрабатывают различные способы получения разнообразных кальцийсодержащих препаратов [5, 6].

Однако в целом такие препараты не решают полностью проблему необходимости создания специализированного пищевого продукта для больных с многочисленными травмами, повреждениями костной системы, ожогами. Недостаточно только предоставить необходимые организму белок и кальций в доступной форме или стимулировать отдельные звенья обмена. Следует обеспечить системный подход к стимулированию регенеративных процессов в повреждённой ткани, в том числе костной.

Анализируя продукты лечебного питания, присутствующие на российском рынке, можно сделать вывод о том, что потребительская ниша недостаточно представлена лечебными смесями для больных с определёнными метаболическими нарушениями.

Должны быть сформулированы медико-технические требования, предъявляемые к специализированному продукту. Эти требования должны базироваться на основе принципов адекватного питания, чтобы обеспечить организм как физиологически необходимым уровнем пищевых веществ, так и дополнительным количеством отдельных нутриентов, компенсирующих недостаток их поступления в условиях стрессовой ситуации.

Разработка нового вида продукта питания должна предусматривать использование экологически безопасного сырья животного и растительного происхождения, биологически активных добавок, улучшающих их потребительские свойства.

Существенное расширение в настоящее время спектра используемых биологически активных веществ делает возможным разработку эффективных продуктов питания, обогащённых не каким-то одним или небольшим числом полезных компонентов, а, по возможности, всем или наиболее полным набором всех незаменимых питательных веществ. Введение вкусовых и ароматических добавок обеспечит продуктам высокие органолептические свойства, что также является важным.

*Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук в рамках темы № 0410-2022-0002.*

\*\*\*

1. Лященко Ю.Н. Смеси для энтерального питания в России (Обзор литературы) // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2009. № 2. - С. 134-147.
2. Хорошилов И.Е. Сипинговое энтеральное питание: клинико-фармакологический анализ и возможности использования в интенсивной терапии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2015. Т. 12, № 5. - С. 58-64.
3. Поцхверия М.М., Гольдфарб Ю.С., Маткевич В.А., Рык А.А. Современные подходы к энтеральному питанию в интенсивной терапии. Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2021;10(1):108-121. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-108-121>
4. Трихина В.В., Позняковский В.М. Современные подходы к разработке специализированных продуктов для коррекции питания рабочих промышленных предприятий: монография; Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. - 142 с.
5. Гамеева Е.В., Степанова А.М., Хороненко В.Э., Гриднев О.В., Свиридов С.В., Шестопапов А.Е. Нутритивная поддержка на периоперационном этапе лечения пациентов онкологического профиля. Современная Онкология. 2022;24(1):125–132. DOI: 10.26442/18151434.2022.1.201479
6. Голофеевский В.Ф., Макаров П.П., Бурмистров Г.П. и др. Новые продукты повышенной пищевой ценности, предназначенные для коррекции статуса питания // Концептуальные вопросы питания населения и военнослужащих: Мат. научн. конф. – СПб., 2002. Т.1.- С. 30-33.
7. Богатырев А.И., Большаков О.В., Измеров Н.Ф. и др. Проблемы обогащения продуктов и рационов. Значение биологически активных добавок в коррекции пищевого статуса и профилактике профессиональных и других неинфекционных заболеваний // Политика в области здорового питания. - М., 1997.- С. 2.
8. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.

Федорова А.В.

## Роль регуляторов роста в развитии овощных и бобовых культур

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-560

**Аннотация**

Целью исследований было изучение влияния регуляторов роста и ЭМ - препаратов на первые этапы развития растений томата и гороха посевного для выявления ростостимулирующего эффекта и проведения дальнейших исследований в полевых условиях.

**Ключевые слова:** овощные культуры, бобовые культуры, регуляторы роста, эм-препараты, урожайность.

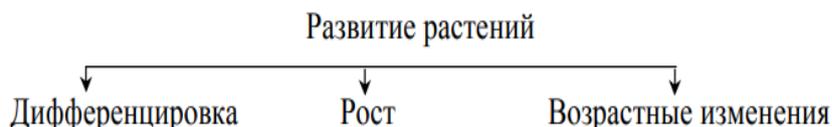
**Abstract**

The aim of the research was to study the effect of growth regulators and EM preparations on the first stages of development of tomato and pea plants to identify the growth-stimulating effect and conduct further research in the field.

**Keywords:** vegetable crops, legume crops, growth regulators, EM preparations, yield.

Рост – необратимое увеличение размеров и массы клетки, органа и всего организма, связанное с новообразованием элементов и структур. Понятие «рост» отражает количественные изменения, сопровождающие развитие организма или его частей.

Развитие – это качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей (органов, тканей и клеток) в процессе онтогенеза. Если этот процесс рассматривать как установление формы, то он называется морфогенезом. Возникновение качественных различий между клетками, тканями и органами получило название дифференцировки. В понятие «развитие» входят также и возрастные изменения. Соподчинение всех этих понятий можно представить в виде следующей схемы:



Процессы роста и развития растения неразрывно связаны между собой. Уже исходя из приведенной схемы, видно, что рост является частью индивидуального развития. Однако в одном и том же организме процессы роста и развития могут сочетаться различным образом. Растение может находиться в состоянии активного роста, но вместе с тем медленно развиваться или, наоборот, оно может быстро развиваться при замедленном росте. Например, у однолетних растений с момента их зацветания наблюдается частичная и даже полная приостановка процессов роста побега. У многолетних растений рост вегетативных органов (побеги, листья) зачастую является одной из причин задержки цветения. Показателем темпов развития, как правило, служит переход растений к репродукции. Активность ростовых процессов оценивают по скорости увеличения массы, объема, размеров растения. Однако было бы ошибочно полагать, что развитие и рост являются процессами несовместимыми или антагонистичными. Достаточно указать, что физиологические изменения, влекущие за собой образование генеративных органов, могут осуществляться только у растений, находящихся в состоянии роста. С другой стороны, рост вегетативных метамерных органов в одних и тех же внешних условиях протекает различно на разных этапах развития отдельного растительного организма.

Таким образом, процессы роста и развития растения друг с другом тесно взаимосвязаны, друг друга обуславливают, друг от друга зависят. Эти процессы иногда настолько тесно

связаны между собой, что их достаточно сложно разграничить. Особенно ярко это проявляется на ранних этапах онтогенеза. Рост и развитие интегрируют все физиологические функции и взаимодействие растительного организма с внешней средой.

Одним из важнейших резервов в деле повышения урожайности является научно обоснованное применение биологически активных веществ, в частности, регуляторов роста растений и препаратов эффективных микроорганизмов [1; с. 15]. Они являются своеобразным «инструментом» растительного организма, воздействующим на ход физиологических процессов и позволяющим изменить обмен веществ. В настоящее время накоплен значительный фактический материал, освещающий влияние данных веществ на растения. Их используют для повышения продуктивности зерновых злаков, усиления корнеобразования у черенков, ускорения роста корневой системы рассады овощных и бобовых культур, для увеличения урожайности и повышения качества томатов, бобов, земляники и т.д. [2; с. 24].

Без применения современных средств химизации сельского хозяйства невозможно получение высокого урожая самых различных культур. Наряду с использованием минеральных и органических удобрений, гербицидов и пестицидов, средств защиты растений, большое значение имеет и применение регуляторов роста растений.

Современные регуляторы роста растений незаменимы для повышения всхожести и энергии прорастания семян, они способны повышать иммунитет растений, устойчивость к неблагоприятным условиям роста и стрессовым ситуациям, ускорять цветение, плодоношение, повышать урожайность, обеспечивать экологическую чистоту урожая. Всё это делает регуляторы роста растений просто незаменимыми при выращивании сельскохозяйственных культур, как в крупных сельскохозяйственных предприятиях, так и в личной практике садоводов - любителей, на личных приусадебных участках.

Регуляторами роста растений называют физиологически активные соединения природного или синтетического происхождения, способные в малых количествах вызывать различные изменения в процессе роста и развития растений. Под действием препаратов происходят направленные изменения к интенсивному наращиванию зеленой массы, стимулируются процессы регенерации клеток, улучшается и лучше усваивается витаминный обмен. Стимулирование собственного иммунитета растений (фитоиммунокоррекция), позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения, а также к другим неблагоприятным факторам среды (засуха, низко- и высокотемпературные стрессы).

Объектами исследования являлись сорт томата «Бычье сердце» производства ООО «Агроника» и семена гороха «Амброзия», сахарный, предоставленные группой компаний «ГАВРИШ». Семена проращивали в условиях влияния регуляторов роста «Биосил», «Эпин - Экстра», «Этамон» и препаратов эффективных микроорганизмов «Байкал ЭМ - 1» и «Восток ЭМ - 1».

В условиях лабораторных опытов изучали влияние водных растворов препаратов на динамику прорастания семян, начальный рост и развитие проростков. Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, увлажненной соответствующими препаратами и водой (контроль). Оценку и учет проросших семян проводили в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84.

Проведенные исследования свидетельствуют о влиянии препаратов регулирующего действия на *Solanum lycopersicum* уже на самой ранней стадии онтогенеза растений. Семена под влиянием регулятора роста «Биосил» и «Эпин - Экстра» проросли в течение уже первых суток. По истечении пяти суток после закладки опыта самая высокая энергия прорастания оказалась у регулятора роста «Этамон» - 95 %, что на 3,5 % выше по сравнению с контролем.

Стимулирующий эффект сохранился и при росте первичных органов растения. В вариантах с обработкой семян «Этамоном», длина главного корня оказалась больше в 1,3 раза в сравнении с контролем. Данный препарат приводил и к усилению ростовых процессов надземной части растений, в том числе и их высоты. На 7 сутки развития проростков длина гипокотилия была наибольшей в сравнении с изучаемыми препаратами и на 2,1 % превосходила

контроль. Незначительный ингибирующий эффект проявлялся при обработке семян «Биосилом». Этот факт делает необходимым произвести корректировку концентрации препарата при обработке семян.

Под влиянием ЭМ - препаратов прорастание семян гороха отмечалось на 2 сутки. Период от прорастания первых семян до максимального их числа в контрольном варианте составлял 6 дней, в опытных 5 дней. Ежедневный подсчет числа прорастающих семян дал возможность выявить влияние биоудобрений на дружность появления проросших семян. Обработка семян ЭМ - препаратами привела к синхронизации энергии прорастания. Это помогает преодолеть пестроту возрастного состава проростков и сужению границ значений морфометрических показателей проростков. Данное обстоятельство в дальнейшем приведет к однородности их возрастного состава, что способствует меньшей дифференциации положения растений в складывающихся агроценозах, то есть отсутствия различий в фазах развития растений. На морфометрические показатели проростков обработка семян существенно не повлияла, а в некоторых случаях даже снизила показатели. Это объясняется паразитическим влиянием обильно развивающихся бактерий, содержащихся в исследуемых препаратах, что тормозит рост проростков. Это считается нормой на начальных этапах развития симбиотических отношений между бобовыми растениями и бактериями - симбионтами.

Полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что регуляторы роста «Эпин - Экстра» и «Этамон» обладают выраженными ростостимулирующими свойствами и проявляют высокий уровень биологического воздействия при низких концентрациях. Препараты эффективных микроорганизмов обеспечивают синхронизацию процесса прорастания семян, что приводит к однородности возрастного состава, и меньшей дифференциации положения растений в складывающихся агроценозах.

\*\*\*

1. Бачкурова А. Я., Сидак П. В. Современные технологии и перспективы использования средств защиты растений, регуляторов роста, агрохимикатов в агроландшафтном земледелии. - М.: 2008. - 32 с.
2. Кандыба Е. В. Бактериальные удобрения и урожай. // Агрохимический вестник. - 2003 - №3. - С. - 68.

## РАЗДЕЛ XXI. ЭЛЕКТРОНИКА

Гревцев А.Н.

## Влияние температуры на положение рабочей точки усилительного каскада с общим эмиттером

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-561

Научный руководитель: Бондарь С.Н.

## Аннотация

В статье проведён анализ влияния температуры на параметры усилительного каскада с общим эмиттером и способ стабилизации положения рабочей точки в случае температурных изменений.

**Ключевые слова:** усилительный каскад, эмиттер, сигнал, ток покоя, смещение, делитель напряжения, коллектор, база, рабочая точка, температура, отрицательная обратная связь.

## Abstract

The article analyzes the effect of temperature on the parameters of the amplifying cascade with a common emitter and the method of stabilizing the position of the working point in the case of temperature changes.

**Keywords:** amplifying cascade, emitter, signal, rest current, displacement, voltage divisor, collector, base, working point, temperature, negative feedback.

Усилительные каскады с общим эмиттером являются составной частью схемотехнических решений построения целого ряда устройств. В частности: устройств выборки и хранения [1÷4]; систем сбора данных [5]; стабилизаторов напряжения [6÷8] и т.д., функционирующих в широком интервале температур. Однако изменение рабочей температуры приводит к изменению положения рабочей точки на вольт амперной характеристике усилительного каскада, а значит и к изменению его выходных параметров, что снижает надежность функционирования устройства в целом.

Как же температура способна изменить положение рабочей точки и каким способом можно сделать её более-менее стабильной? Ниже приведена схема (рисунок 1), на базе которой и будет проведено исследование.

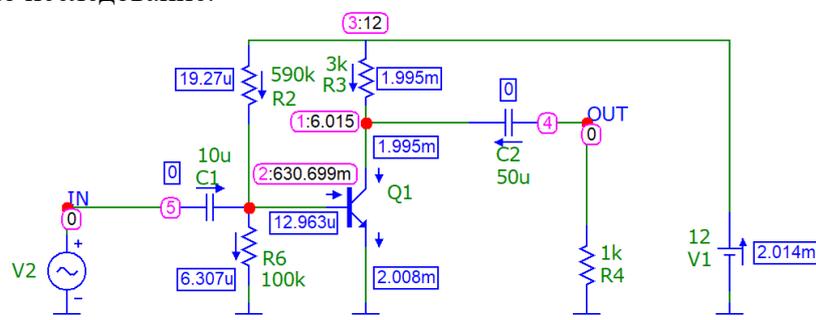


Рисунок 1. Параметры каскада при температуре 27 градусов

Замеры сделаны по постоянному току и напряжению. В данной схеме делитель напряжения, образованный сопротивлениями 590 кОм и 100 кОм, обеспечивает смещение по току и частичную стабилизацию рабочей точки по постоянному току.

Схема работает при температуре 27 градусов. Ток базы, он же ток покоя составляет 12.963 мкА, напряжение коллектор-эмиттер 6.015 В. Теперь, увеличим температуру, например до 90 градусов (рисунок 2).

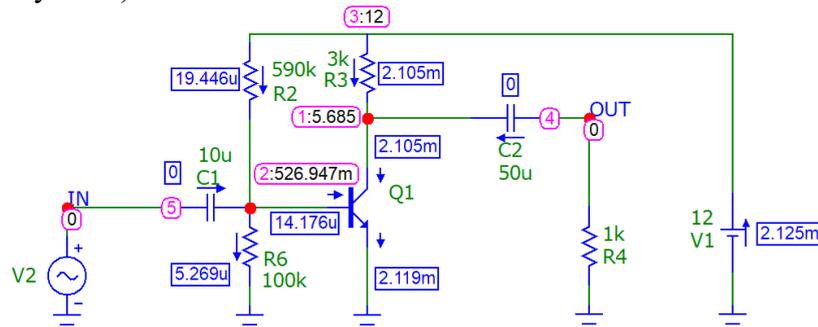


Рисунок 2. Параметры каскада при температуре 90 градусов

В результате увеличения температуры, токи каскада увеличились. Ток базы изменился на 1.213 мкА, а напряжение коллектор-эмиттер уменьшилось на 0.33 В. Это объясняется свойствами полупроводников, которые при изменении температуры, изменяют своё сопротивление. В данном случае, повысив температуру, сопротивление переходов транзистора упало, следовательно ток базы увеличился, как и токи коллектора и эмиттера, а напряжения база-эмиттер и коллектор-эмиттер уменьшились. То есть произошло смещение положения рабочей точки.

Что, в свою очередь влечет:

- уменьшение динамического диапазона усиливаемого сигнала;
- увеличение коэффициента искажений усиливаемого сигнала;
- нарушение согласования каскадов усиления входящих в состав устройства.

Проблема смещения положения рабочей точки решается путем включения резистора в цепь эмиттера (R7 сопротивлением 2 кОм, рисунок 3).

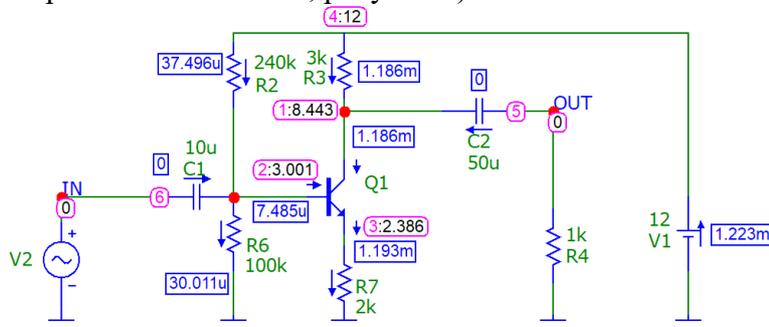


Рисунок 3. Параметры каскада с добавлением R7 при 27 градусах

При температуре 27 градусов, ток покоя составляет 7.485 мкА, напряжение коллектор-эмиттер 6.057 В. Увеличим температуру до 90 градусов (рисунок 4).

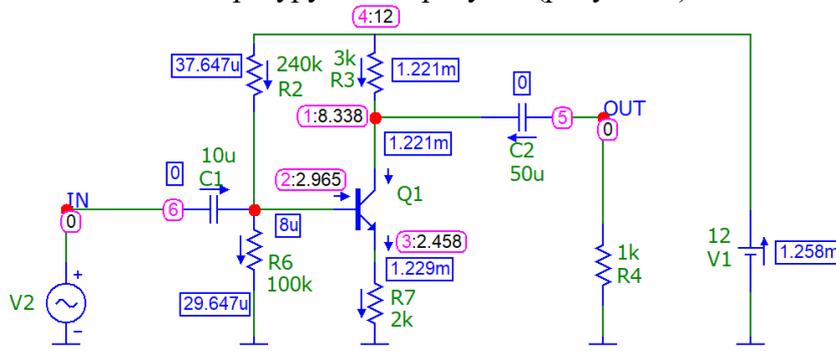


Рисунок 4. Параметры каскада с добавлением R7 при 90 градусах

В результате ток базы увеличился на 0.515 мкА, а напряжение коллектор-эмиттер уменьшилось на 0.177 В. Из опытов можно сделать вывод, что стабильность рабочей точки

лучше, когда имеется резистор в цепи эмиттера. Но есть и минус в такой схеме. Посмотрим, что происходит с сигналом на выходе (рисунок 5).

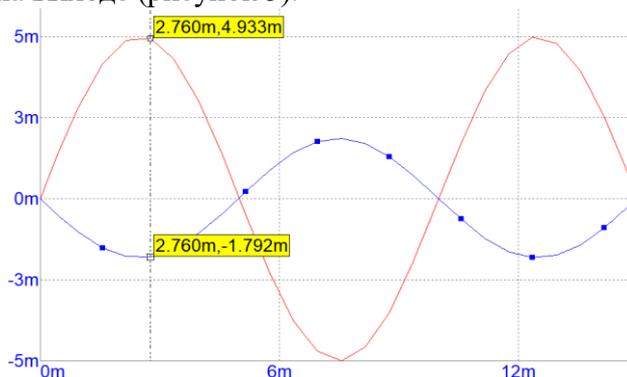


Рисунок 5. Входное и выходное напряжение каскада

Синусоида синего цвета, это сигнал на выходе каскада и амплитуда его составляет 1.792 мВ, что даже меньше входного сигнала. Объясняется это следующим. За счёт резистора 2 кОм образуется отрицательная обратная связь (ООС) как по постоянной составляющей, так и по переменной. Первая как раз и является стабилизирующей. Принцип работы такой, что с увеличением температуры, сопротивление полупроводника (транзистора) падает, следовательно ток в цепи увеличится, а значит и падение напряжения на резисторе R7 увеличится. Так как напряжение на базу-эмиттер за счёт этого резистора приложено обратное, то с его увеличением, транзистор начинает прикрываться, что и компенсирует это самое изменение положения рабочей точки из-за воздействия температуры. ООС по переменной составляющей в данном случае считается паразитной так как часть выходного переменного сигнала в противофазе подаётся на вход, что уменьшает амплитуду входного сигнала. Вывод такой, что чем больше сигнал на выходе, тем больше он гасит на входе. В итоге амплитуда синусоиды в нагрузке маленькая. Данная проблема решается тем, что резистор шунтируется конденсатором с такой ёмкостью, чтобы выполнялось условие  $R_3 \gg \frac{1}{\omega_{нч} \cdot C_3}$ , где  $R_3$  - сопротивление цепи эмиттера (R7),  $C_3$  - ёмкость конденсатора цепи эмиттера (C3),  $\omega_{нч}$  - нижняя частота усиливаемого сигнала.

Такое действие не приведёт к потере стабилизационных свойств, зато переменный сигнал будет свободно проходить через этот конденсатор минуя резистор 2 кОм. Ниже приведены параметры (рисунки 7.а, 8.а), а так же входные и выходные напряжения (рисунки 7.б, 8.б) каскада в котором C3 является шунтом при температуре 27 градусов (рисунок 7) и 90 градусов (рисунок 8).

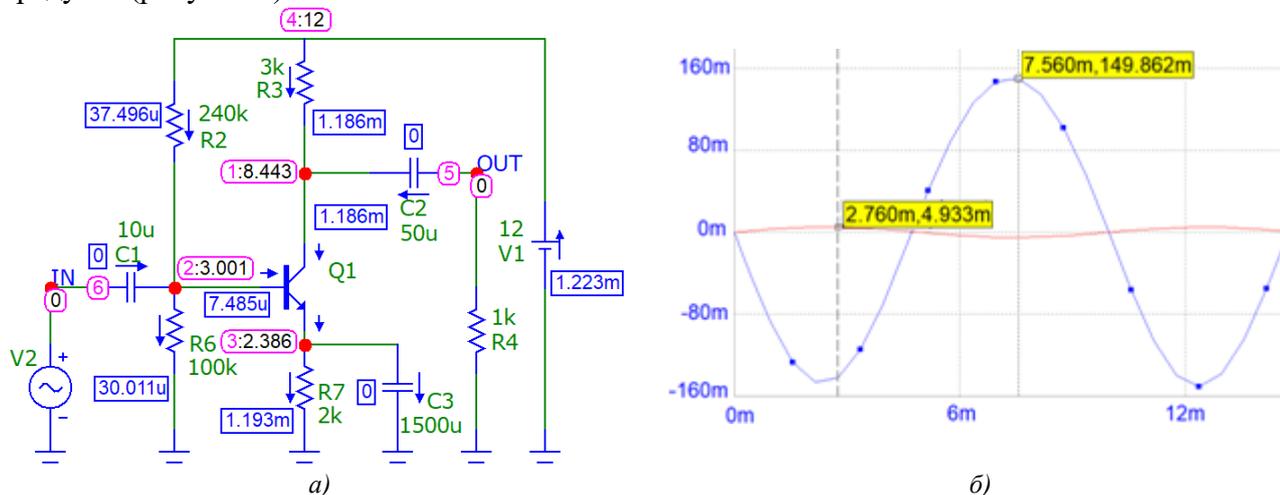


Рисунок 7. Усиительный каскад при 27 градусах

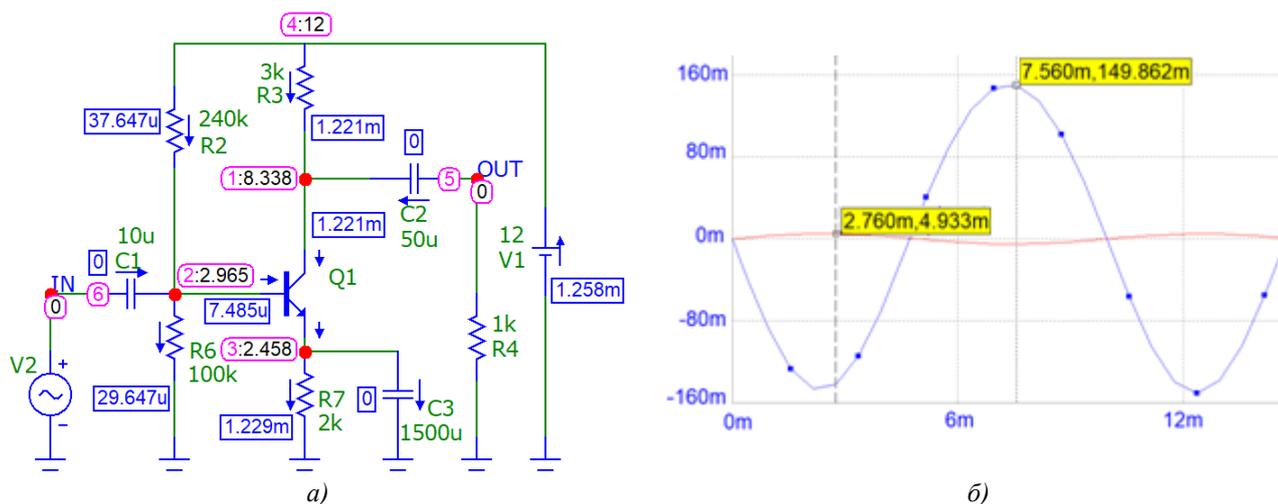


Рисунок 8. Усилительный каскад при 90 градусах

Как следует из анализа данных рисунков 7 и 8, введение в состав схемы усилительного каскада с общим эмиттером резистора R7 и конденсатора C3, в значительной степени решает проблему влияния температуры на положение рабочей точки усилительного каскада с общим эмиттером. Изменение параметров по постоянному току незначительно. Изменение параметров по переменному току не наблюдается – амплитуды выходного сигнала идентичны.

\*\*\*

1. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности // Аграрная наука - северокавказскому федеральному округу: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 224-228.
2. Пат. РФ №154070. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.
3. Пат. РФ №157940. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №35.
4. Пат. РФ №154754. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №25.
5. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Перспективы совершенствования систем сбора данных // Техника и технология. - 2012. - № 3. - С. 30-31
6. Пат. РФ №147519. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2014. №31.
7. Пат. РФ №149612. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №1.
8. Пат. РФ №154069. Импульсный стабилизатор напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.

**Ермолаева В.В., Атясов Н.А., Петров Г.В.**

**Подзарядка электрических инвалидных колясок на территориях учебных заведений**

*СГТУ имени Ю.А. Гагарина  
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-562

#### **Аннотация**

На сегодняшний день проблема средств подзарядки моторизированных инвалидных колясок с аккумуляторными батареями на территориях учебных заведений обрела особую популярность.

**Ключевые слова:** умные розетки, учебные заведения, Федеральный закон о маломобильных группах населения.

#### **Abstract**

To date, the problem of means of recharging motorized wheelchairs with rechargeable batteries in the territories of educational institutions has gained particular popularity.

**Keywords:** smart sockets, educational institutions, Federal law on low-mobility groups of the population.

## Введение

**Цель проекта:** обеспечение Федерального закона о маломобильных группах населения на территории учебных учреждений.

В этом случае человек, относящийся к маломобильной группе населения, должен получить услугу по зарядке своего электромобильного транспортного средства при необходимости его подзарядки. Время, предназначенное для зарядки, должно составлять порядка 15 минут в целях обеспечения перемещения внутри объекта федеральной собственности. Значит человек, относящийся к маломобильной группе населения, должен иметь возможность реализовать свое право на частичную зарядку своего транспортного средства.

Данная проблема имеет решение. Для этого нужно создать во всех корпусах учебных заведений места, оборудованные такими розетками, управлять которыми сможет каждый студент через Интернет. Все розетки объединены в одну систему. Каждая «умная» розетка имеет свой номер в системе, это позволяет активировать ее независимо от остальных. Для использования этой розетки, студент должен быть в ней заранее зарегистрирован с помощью специального программного обеспечения.

**Использование современных технологий для реализации подзарядки инвалидных кресел.**

Такая система имеет ряд преимуществ перед обычными розетками. Требуется специально оборудованное место для подзарядки, не мешающее остальным студентам передвигаться по учебному заведению, а также рядом постоянно должны находиться сотрудники учебного заведения, которые окажут помощь при возникновении непредвиденных проблем. Территория возле вахтера хорошо подходит под реализацию проекта.

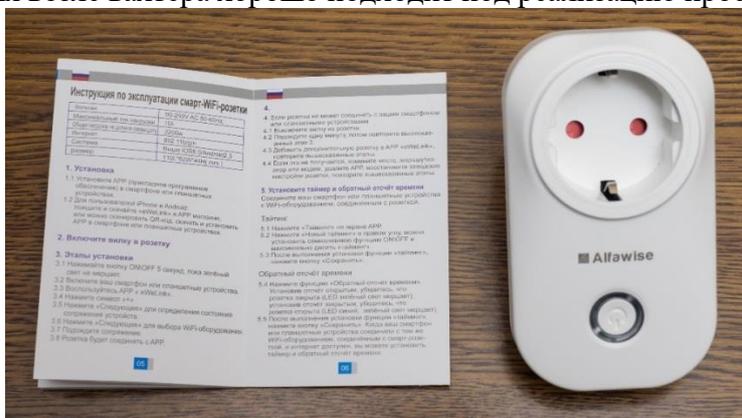


Рис.1. Умная розетка

Простая неотключаемая розетка может быть занята другими студентами, которым понадобилось что-нибудь зарядить. Такая проблема исчезает, если для подзарядки инвалидной коляски используется специально оборудованное место, которое, никто не должен занимать. Также это место должно быть всегда свободно от посторонних предметов. За этим могут следить вахтеры.

Кроме того, образовательный ценз должен позволять обеспечивать потребительские свойства, в том числе с использованием различных гаджетов, подключенных к сети Интернет. В этом случае человек должен добраться до места подзарядки, созданному на основе управляемой через интернет розетки, войти на своем телефоне, планшете или ноутбуке в специальное приложение, с помощью которого система его идентифицирует, затем указать номер используемой студентом розетки и необходимое время зарядки. Далее ему нужно воткнуть вилку от инвалидного кресла, оснащенного электрической системой, в розетку и начать процесс зарядки с помощью приложения.



Рис.2. Использование умной розетки

Происходит интерактивный режим управления студентом с помощью гаджета через интернет умной розеткой. Таким образом осуществляется обеспечение потребительских функций. Достаточно, чтобы в рамках перемены между занятиями в течение 15 минут инвалидное кресло подзарядилось для того, чтобы обеспечить человеку, относящемуся к маломобильной группе населения, возможность перемещения в пределах всех доступных зон учебного заведения. После 15 минутной зарядки приложение на смартфоне сообщит об окончании времени, подзарядка завершена, и будет предложено достать вилку из уже обесточенной розетки. После того как вилка вытаскивается, студент подтверждает окончание сеанса и имеет возможность перемещаться по территории учебного заведения.

Когда нет зарядки, розетка электробезопасна, ведь она не запитана, поэтому нет необходимости в антивандальном корпусе, потому что система управления розеткой может находиться где угодно, например, в специально отведенной отдельной закрытой комнате. Также такая розетка будет иметь графическое обозначение, указывающее на ее функцию и номер в системе. При этом время, оставшееся до конца зарядки, отображается на экране смартфона.

Стоит обратить внимание на то, что каждый студент сможет воспользоваться умной розеткой, например, для подзарядки электросамоката. Для этого всего лишь нужно создать свой аккаунт в системе. Студенты могут пользоваться всеми услугами на территории учебного заведения, но разумеется сначала пропускают перед собой инвалидов, потому что в первую очередь система создана именно для них.



Рис.3. Пример использования умной розетки

### Заключение

Разработка проекта, программного обеспечения, конструкции устройства, изготовление, установка и тестирование системы может проводиться бесплатно в рамках курсовых и дипломных работ. Финансовых вложений потребует лишь покупка самих умных розеток. Стоимость одной такой розетки в розницу составляет 1000 рублей.



Рис. 4. Пример умной розетки

\*\*\*

1. Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы / Под ред. В.В. Бушуева. М.: ИД «Энергия», 2015. 48 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL\\_TR.pdf](http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL_TR.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
2. Батова С. Троллейбусы смогут объезжать заторы // Рос-сийская газета. 2013. 14 февраля. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2013/02/14/trolleibusi-site.html> (дата обращения: 05.08.2018).
3. В Екатеринбурге представлен низкопольный трамвай // Коммерсантъ Екатеринбург. 2013. 20 декабря. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2374279> (дата обращения: 05.08.2018).
4. Duncan G-R. Denmark to power electric cars by wind in vehicle-to-grid experiment // The Guardian. 2009. 19 June. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theguardian.com/environment/2009/jun/19/denmark-wind-electric-cars> (дата обращения: 05.08.2018).
5. «Транспорт и связь в России. Статистический сборник». Федеральная служба государственной статистики, 2014. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B14\\_5563/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B14_5563/Main.htm) (дата обращения: 05.08.2018).
6. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года». Москва, 2011. 96 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rzd-expro.ru/doc/Energ\\_Strateg\\_new.pdf](http://www.rzd-expro.ru/doc/Energ_Strateg_new.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
7. «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 05.08.2018).

## РАЗДЕЛ XXII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Винтайкина Д.А., Астанаева Ю.Р.

### Анализ методов повышения энергоэффективности электропривода с асинхронным двигателем

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-563

#### Аннотация

Проведен анализ методов повышения энергоэффективности электропривода с асинхронным двигателем и системой скалярного управления. Предложена система с заданием постоянного коэффициента мощности, выполнено ее имитационное моделирование, проанализированы полученные результаты.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, скалярное управление, моделирование, коэффициент мощности.

#### Abstract

The paper analyzes the methods of increasing energy efficiency of electric drive with induction motor and scalar control system. The system with constant power factor setting is proposed, its simulation modeling is performed, the obtained results are analyzed.

**Keywords:** induction motor, scalar control, simulation, power factor.

Согласно закону частотного управления сформулированного М. П. Костенко во всем диапазоне регулирования частоты вращения поддерживается постоянство перегрузочной способности двигателя. Для скалярных систем управления электродвигателем закон М. П. Костенко считается наиболее оптимальным [1].

При таком способе регулирования такие параметры как: коэффициент мощности и абсолютное скольжение двигателя во всем диапазоне регулирования частоты вращения практически не изменяют своего значения. Можно отметить следующие недостатки такого способа регулирования: отсутствие возможности безошибочного регулирования частоты вращения вала, при нагрузках много меньших, чем номинальные, скалярные системы не позволяют работать электроприводу в энергоэффективном режиме, при котором коэффициент мощности и КПД имеют максимально возможные значения. Это обуславливается тем, что амплитуда напряжения, подаваемого на обмотки статора, а соответственно и магнитный поток, фиксируется на заданном уровне и не меняет своего значения до тех пор, пока не изменить задание на частоту вращения. Существуют различные варианты оптимизации электропривода с асинхронным двигателем и скалярной системой управления двигателем по критерию энергопотребления.

В системе управления [2] предложено использовать коэффициент мощности обмотки статора асинхронного двигателя  $\cos\varphi$  с целью минимизации потерь мощности. Недостатком данного предложения является то, что минимизацию потерь мощности асинхронного двигателя можно достичь только в диапазоне нагрузок двигателя ниже номинальных.

Существует система управления [3], работоспособная во всем диапазоне нагрузок. Она содержит дополнительный источник напряжения обмотки статора, формирующий сигнал треугольной формы, что приводит к ухудшению гармонического состава тока и, как следствие, момента, что и является ее основным недостатком.

Известны также другие системы оптимизирующие скалярное управление с точки зрения энергетических показателей качества. В работе [4] показано, что получить повышение энергоэффективности асинхронного двигателя можно путем определенного соотношения

проекции векторов тока статора в ортогональной системе координат. Если сориентировать ортогональные оси по магнитному полю статора таким образом, что одна из проекций – это активная составляющая тока статора, а другая – реактивная составляющая тока статора, то тогда поддержать определенное соотношение между проекциями тока статора можно путем поддержания угла между ними или его тригонометрической функции, например, косинус, который является коэффициентом мощности  $\cos\varphi$ .

На рис. 1 представлена структурная схема системы с заданием постоянного коэффициента мощности.

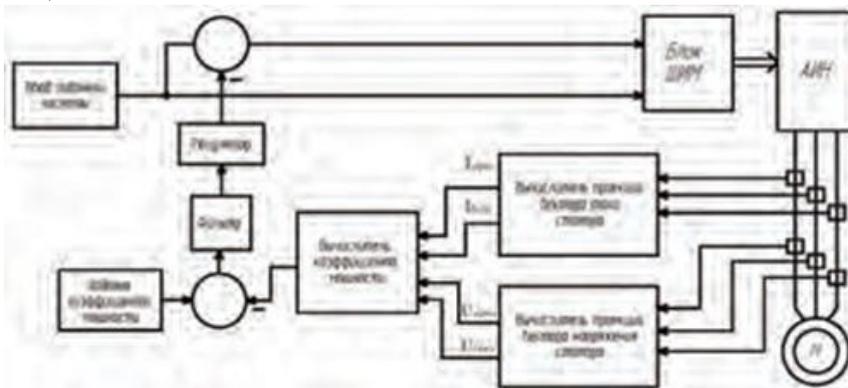


Рис.1. Структурная схема системы с заданием постоянного коэффициента мощности

Выполнено математическое моделирование плавного пуска привода с системой задания постоянного коэффициента мощности. Осуществлен пуск до установившейся частоты вращения с пониженным моментом сопротивления, на 15 с включена система энергосбережения, на 20 с произведено увеличение момента сопротивления до номинального значения (для осциллограммы КПД увеличение произведено на 30 с). На рис. 2 приведены результаты моделирования для асинхронного двигателя 4А200М4У3 с параметрами  $P_{ном}=37$  кВт;  $\cos\varphi=0.9$ ;  $\eta=91\%$ ; При моделировании использовалась классическая эквивалентная схема замещения асинхронного двигателя [1], механическая часть обладает постоянным моментом инерции.

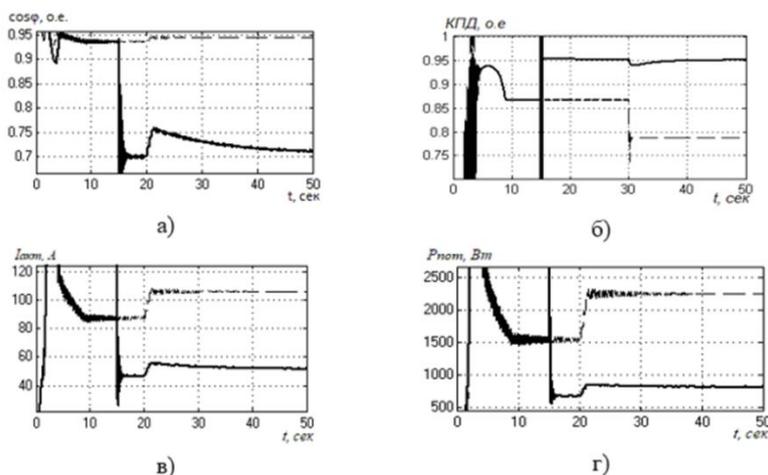


Рис. 2. Результаты моделирования: коэффициента мощности осциллограммы (а), КПД (б), активного тока статора (в), потерь мощности (г)  
 (---- классическая скалярная система управления,  
 ——— энергосберегающая система управления)

Анализ осциллограмм, приведенных на рис. 2, показывает, что уменьшение активного тока статора составляет 50%, потерь мощности достигает 50%, увеличение КПД составляет 7% при поддержании коэффициента мощности  $\cos\varphi = 0,707$ . Таким образом, моделирование демонстрирует работоспособность предложенной системы управления и возможность ее

применения в промышленном электроприводе в широком диапазоне нагрузок и частот вращения.

\*\*\*

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием, / Соколовский Г.Г. -М.: «Академия», 2006. – 272с.
2. Энергосберегающая система управления асинхронным электроприводом // Патент России № 2498496. 2013. / Козярук А.Е., Васильев Б.Ю., Емельянов А.П.
3. Моделирование электропривода с асинхронным двигателем в режиме минимума мощности потерь / А.С. Космодамианский, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев // Электротехника. - 2012. - № 12. - С. 26 – 31

**Зиятдинова А.Р., Хабибуллина И.И., Попкова О.С.**

**Гибридная система охлаждения двигателя электромобиля – проектирование, модель и управление**

*Казанский государственный энергетический университет  
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-564

**Аннотация**

Двигатели гибридных электромобилей обеспечивают ускорение при движении и заряжают аккумуляторную батарею при торможении или замедлении. Хотя электродвигатели имеют высокий КПД, выделяется значительное количество тепла в зависимости от требуемого рабочего крутящего момента и скорости. Таким образом, для поддержания температуры в заданном диапазоне необходима эффективная система охлаждения двигателя. В этой статье исследуется производительность гибридной системы охлаждения, сочетающей тепловые трубки с обычным жидкостным охлаждением в компактной тепловой подставке.

**Ключевые слова:** гибридный электромобиль, охлаждение электродвигателя, нелинейное управление переключением режимов.

**Abstract**

Hybrid electric vehicles motors offer propulsion while accelerating and charge the battery pack when braking or decelerating. Though electric motors have high operating efficiency, considerable heat is generated based on required operating torque and speed. Thus, an efficient motor cooling system is needed to maintain the temperature within a prescribed range. This paper examines the performance of a hybrid cooling system combining heat pipes with conventional liquid cooling in a compact thermal cradle.

**Keywords:** hybrid electric vehicle, electric motor cooling, mode switch nonlinear control.

Гибридный электромобиль – это тип гибридного транспортного средства, который сочетает в себе обычную систему двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с электрической силовой установкой (гибридная трансмиссия транспортного средства). Наличие электрической трансмиссии предназначено для достижения либо большей экономии топлива, чем у обычного транспортного средства, либо лучшей производительности. Существует множество типов гибридных электромобилей, и степень, в которой каждый из них функционирует как электромобиль, также варьируется.

Электродвигатель можно считать одним из наиболее важных компонентов в новых архитектурах транспортных средств. Относительно большое количество тепла может выделяться этими двигателями из-за их рабочих и приводных циклов. Задача системы охлаждения - эффективно отводить это тепло и поддерживать температуру двигателя в заданном диапазоне при минимальном потреблении энергии.

Способ охлаждения электродвигателя следует выбирать исходя из классификации машины, уровня мощности и рабочей среды. Воздушное охлаждение является простым и обеспечивает простую конструкцию, но производительность охлаждения может быть

недостаточной. Кроме того, охлаждающий вентилятор обычно соединен с валом двигателя, который потребляет энергию и не может управляться напрямую. Жидкостное охлаждение эффективно, однако оно потребляет энергию для работы насоса охлаждающей жидкости и вентилятора радиатора. С другой стороны, жидкостное охлаждение увеличивает вес и сложность из-за линии охлаждения. Тепловые трубки могут работать пассивно при наличии температурного градиента; однако они имеют ограничения по теплопередаче из-за капиллярного предела, свойств жидкости, рабочих температур и т.д.

В этом исследовании предлагается гибридная система охлаждения, которая имеет два параллельных пути теплопередачи – тепловые трубки и жидкость. За счет добавления тепловых трубок может быть уменьшена нагрузка на канал передачи тепла жидкости, что позволяет свести к минимуму потребление энергии системой охлаждения.

Гибридная система охлаждения – компактная система, состоящая из электродвигателя, тепловой подставки круглой формы с внешней спиральной рубашкой охлаждающей жидкости, тепловых труб, вставленных в подставку, и теплообменника с ребристой структурой для отвода тепла в окружающую среду, в то же время двигатель и ребра защищены кожухом и крышкой.

Электродвигатель генерирует тепловую нагрузку, в то время как подставка, охлаждающая рубашка и узел теплообменника являются элементами регулирования тепла. Конструкция подставки предлагает гибридное решение для охлаждения за счет интеграции спиральной охлаждающей рубашки для жидкости и группы прорезей для тепловых трубок. Один конец тепловых трубок встроен в осевой паз, в то время как другой конец имеет множество круглых ребер для увеличения площади теплопередачи. Центробежный вентилятор, размещенный внутри конструкции тепловой трубы, при необходимости вызывает принудительную конвекцию.

Для такого управления температурой были выбраны тепловые трубки. Тепловая труба состоит из двух секций: испарителя (горячий конец) и конденсатора (холодный конец). Для повышения скорости рассеивания тепла добавлены ребра и вентилятор.

Силовая установка гибридного грузовика может состоять из комплекта генераторов и четырех электродвигателей, расположенных на колесах. Чтобы обеспечить равномерное охлаждение каждого двигателя, охлаждающая жидкость, выходящая из радиатора, равномерно распределяется на четыре потока к каждому колесу, и потоки сливаются перед возвращением в радиатор.

В результате двигатель на каждом колесе может охлаждаться одновременно путем регулирования скорости водяного насоса и вентилятора радиатора. Приводы позволяют регулировать рабочую температуру двигателя путем регулировки расхода воздуха и охлаждающей жидкости. Кроме того, гибридная система охлаждения предоставляет возможности снизить нагрузку на систему жидкостного охлаждения за счет добавления тепловых трубок.

Контроллер должен регулировать температуру нагрева статора электродвигателя в пределах заданного диапазона значений, а также минимизировать энергопотребление системы охлаждения путем регулировки скорости насоса и вентилятора.

Система охлаждения может переключаться между различными методами охлаждения в зависимости от скорости тепловыделения электродвигателя и пиковой температуры, где выработка тепла генератора,  $Q_{ген}$ , может быть предсказана по скорости двигателя и крутящему моменту. В частности, конвекция без тепловых труб эффективна, когда выработка тепла генератора и пиковая температура удовлетворяют условию, что  $Q_{ген} < Q_A$  и  $T < T_A$ . Принудительная конвекция в тепловой трубе с классическим PI-контроллером будет эффективна, когда пиковая температура и выработка тепла генератора попадают в диапазон  $Q_A \leq Q_{ген} < Q_B$ , и  $T \geq T_A$ . Наконец, жидкостное охлаждение включается, когда выработка тепла генератора двигателя и пиковая температура удовлетворяют соотношению  $Q_{ген} \geq Q_B$  и  $T \geq T_A$ . В этом случае предлагаемый контроллер должен будет отрегулировать обороты насоса охлаждающей жидкости и вентилятора радиатора, чтобы обеспечить оптимальную скорость отвода тепла.

Термины QA и QB представляют максимальную теплопередачу тепловых труб за счет свободной и принудительной конвекции и определяются моделированием с использованием выбранных коэффициентов теплопередачи.

Пороговая температура TA ниже, чем исходная температура для правильной работы стратегии переключения режимов. Как правило, подсистема охлаждения тепловых труб обеспечивает низкое тепловыделение, а жидкостное охлаждение будет включено при высокой тепловой нагрузке.

Для конкретного электродвигателя мощностью 85 кВт за время моделирования 1500 с гибридная система охлаждения сэкономила примерно до 370 кДж энергии по сравнению с обычным жидкостным охлаждением благодаря интеллектуальной работе. Следующим шагом в исследовании является экспериментальное тестирование для проверки модели и контроллера.

\*\*\*

1. Гибридный автомобиль: [Электронный ресурс] // Википедия. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_electric\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_electric_vehicle). (Дата обращения 10.11.2022).
2. Управление температурным режимом в автомобилях и гибридных автомобилях: [Электронный ресурс] // Hella. URL: <https://www.hella.com/techworld/ru/>. (Дата обращения 13.11.2022)
3. Двигатель автомобиля гибридного авто: [Электронный ресурс] // Sensys. URL: <https://pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/dvigatel-elektromobilya/>. (Дата обращения 17.11.2022)

**Лаврин М.С.**

### **Метод пьезоэлектрического управления светодиодным освещением**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-565

#### **Аннотация**

В статье рассматривается возможность применения пьезоэлектрического эффекта для управления яркостью светодиодных ламп.

**Ключевые слова:** диммер, широтно-импульсная модуляция (ШИМ), яркость, светодиодные лампы.

#### **Abstract**

The paper considers the possibility of using the piezoelectric effect to control the brightness of LED lamps.

**Keywords:** dimmer, pulse width modulation (PWM), brightness, LED lamps.

Явление пьезоэлектрического эффекта (начиная с XIX века) настолько широко используется во всех областях техники, что, казалось бы, уже трудно предложить, где оно еще применимо. Однако при управлении работой, в частности, светодиодного освещения оно используется недостаточно. Как вариант, предлагается воспользоваться свойством пьезокристалла для управления яркостью светодиодного освещения.

Яркость светодиодной лампы можно регулировать хорошо известными методами. Это и применение различных диммеров, это и сенсорное (активное, емкостное, индуктивное и пр.) управление, это и применение широтно - импульсного питающего напряжения, это и тиристорные схемные решения, это и другие электронные предложения и т.д. Перечень можно продолжить и дальше, сравнивая конструкции, находить как плюсы, так и минусы отдельных конструктивных решений. Такое разнообразие дает возможность потребителю выбрать удобный, во всех отношениях, проект.

В данной работе рассматривается возможность использовать явление пьезоэлектрического эффекта для построения пьезоэлектрического джойстика.

Суть предложения заключается в конструкции джойстика, когда под действием нажимного поворотного или прямолинейного усилия, появляющегося на грани пьезокристалла

напряжение, преобразуясь электронной схемой в цифровой сигнал, подается, в частности, на ШИМ блока питания светодиодной лампы и, изменяя, скажность питающего лампы импульса, меняет яркость светодиода.

Поскольку технология изготовления пьезокристаллов стремительно совершенствуется, находятся все новые и новые материалы, они изготавливаются и в виде пленок, и в виде блочных монолитов, и в виде различных профилей, то можно было бы предложить конструкцию пьезокристаллических пленок с различной, плавно изменяющейся толщиной по осям X и Y.

Это позволит усилиями пальцев рук, с различной степенью силы надавливания, менять величину управляющего напряжения, что упростит конструкцию джойстика.

Такая конструкция может быть применена и в медицинской технике, и в робототехнических устройствах, и в компьютерах, и в игрушках, и в музыкально - театральной работе DJ - ев, изменение работы их вертушек, двоек, CD и проигрывателей и т.д.

Применение устройств с пьезоэлектрическим эффектом, и с таким изменением работы светотехнического оборудования, хорошо можно использовать при конструировании умного дома.

Уже есть варианты управления светом в умном доме: это и сенсорное управление, это и управление с пульта, или по заданной программе с персонального конструктора, или с использованием логических реле по заданной программе, или по мобильной, подстраиваемой к деятельности человека, программе. Думается, что будет не лишним и предложение использовать аппараты на пьезоэлементах, как конструктивных элементах, с более низкой степенью искажения питающего и управляющего напряжения. А это в свою очередь ведет к уменьшению нелинейного высокочастотного излучения, влияющего как на надежность аппаратуры, на качество приема сигналов, достоверность полученной информации, так и на физиологические особенности самого человека.

Вопросы экологии все больше и больше выдвигаются на первый план и решать их надо сейчас, чтобы не было потом поздно.

\*\*\*

1. Шашков А.Б. Основы светотехники. Учебник для вузов. [http:// www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru). Логос. - 2016.
2. Светодиодные лампы – филаменты. [http:// leds - magazine.ru / filament - led - svetodiodye - lampy - ustrojstvo.html](http://leds-magazine.ru/filament-led-svetodiodye-lampy-ustrojstvo.html)

**Лаврин М.С.**

## **Обзор отказов силовых трансформаторов в распределительных сетях 10/0,4 кВ**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-566*

### **Аннотация**

Одним из главных путей поддержания работоспособности силовых трансформаторов в распределительных электрических сетях 10 кВ является своевременное обслуживание и устранение выявляемых в них дефектов. Силовой трансформатор – один из основных элементов в системе передачи и распределения электроэнергии. В настоящее время в электроэнергетике России (электрические сети, промышленные предприятия, предприятия АПК) эксплуатируется более 630 тысяч силовых трансформаторов класса напряжения 10/0,4 кВ. В связи с дороговизной капитального ремонта или обновления в настоящее время эксплуатируется более 70 % силовых трансформаторов с просроченными сроками службы, для которых необходимо обоснование их дальнейшей работоспособности [1].

**Ключевые слова:** отказы, трансформаторы, распределительные сети, КВ, электроэнергия, электроэнергетика, напряжение, дефекты, диагностирование.

**Abstract**

One of the main ways to maintain the performance of power transformers in 10 kV distribution networks is timely maintenance and elimination of defects detected in them. Power transformer is one of the main elements in the system of electricity transmission and distribution. At the present time in the power industry of Russia (power grids, industrial enterprises, agricultural enterprises) there are more than 630 thousand power transformers of voltage class 10/0.4 kV. Due to the high cost of overhaul or renovation, currently operated more than 70% of power transformers with expired service life, for which it is necessary to justify their further serviceability [1].

**Keywords:** failures, transformers, distribution networks, KV, power, electric power, voltage, defects, diagnostics.

Имеющиеся традиционные методы базируются на измерении различных параметров состояния изоляции (Кабс, C2/C50,  $\text{tg}\delta$ ), которые в значительной степени подвержены влиянию свойств масла, залитого в трансформатор.

Анализ актов отказов трансформаторов, поступающих в ремонтную мастерскую Йошкар-Олинских электрических сетей за 10-летний период, показывает, что, несмотря на использование комплексного контроля изоляции, отказ силовых трансформаторов еще остается значительным и составляет в среднем ежегодно до 8 % общего числа эксплуатируемых трансформаторов. [5]

Таблица 1

Причины отказов трансформаторов и их элементов	Число отказов трансформаторов 10/0,4 кВ по данным за 10-летний период наблюдений в Йошкар-олинских электросетях и ТЭС-1												
	общее	по месяцам года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Изоляция внутренняя (витковая)	212 (55,2)*	8	4	12	24	32	32	36	16	20	12	12	4
Пробой при внутренних перенапряжениях	132 (34,4)	8	4	12	16	16	12	12	8	16	12	12	4
Пробой при атмосферных перенапряжениях	80 (20,8)	-	-	-	8	16	20	24	8	4	-	-	-
Изоляция проходная (вводы ВН, НН)	26 (6,8)	1	2	2	4	3	3	3	3	1	1	1	2
Обмотки ВН и НН (междуфазное замыкание, перегрузка)	25 (6,6)	6	-	-	-	-	7	-	-	-	-	6	6
Прочие повреждения (магнитопровод, переключатели и др.)	10 (2,4)	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5
Главная изоляция	60 (15,6)	2	2	3	7	7	9	11	5	5	2	3	4
Неудовлетворительная эксплуатация и старение изоляции (место и причина повреждения не установлены)	52 (13,4)	2	2	3	5	5	8	10	4	4	2	3	4

\* В скобках число отказов в %

Анализ статистических данных отказов трансформаторов, приведенных в таблице 1, позволил сделать следующие выводы:

- распределение отказов по месту повреждения составляют: продольная изоляция – 55 %, главная изоляция – 16 %, изоляция вводов – 6,8 %;
- причинами отказов трансформаторов являются грозовые (20,8%) и коммутационные (34,4%) перенапряжения, неудовлетворительная эксплуатация и старение изоляции.

Можно заключить, что отказы силовых трансформаторов связаны с повреждениями внутренней изоляции.

Анализ статистических данных причин отказов и отбраковок трансформаторов указывает на взаимосвязь интенсивности отказов и отбраковок от условий эксплуатации (закрытые и открытые распреустройства) и климатических особенностей региона: для открытых распреустройств в средней полосе РФ основной причиной отбраковки трансформаторов I-II габаритов являлось низкое сопротивление изоляции (вследствие увлажнения или старения внутренней изоляции) [2].

Существующие методы диагностирования состояния изоляции трансформаторов (подверженной как общему старению – медленному процессу, так и влиянию локальных дефектов – развивающихся значительно быстрее) не позволяют выявить дефекты на ранней стадии образования. [3]. При проведении контроля состояния трансформаторов существующими средствами обычно применяется одновременно несколько способов, так как один способ не дает точного представления о состоянии внутренней изоляции, что является существенным недостатком.

Для обнаружения быстроразвивающихся дефектов диагностирование должно включать в себя оперативный контроль состояния трансформатора. [4].

Раннее выявление дефектов позволяет уменьшить технологический ущерб потребителей электрической энергии, а также проводить ремонт трансформаторов с наименьшими затратами комплектующих узлов, деталей и материалов на основании полученных результатов диагностирования.

\*\*\*

1. Калявин В.П., Рыбаков Л.М. Надежность и диагностика электроустановок. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2000. – 348 с.
2. Рыбаков Л.М., Анчарова Т.В., Ахметшин Р.С. Диагностирование силовых трансформаторов I и II габаритов напряжением 10/0,4 кВ под рабочим напряжением с использованием частотных характеристик. – Вестник МЭИ, 2003, №3.
3. Абрамова Е.А. Курсовое проектирование по электроснабжению промышленных предприятий. - Оренбург: ОГУ, 2012. - 106 с.
4. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: учебное пособие для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - 288 с.
5. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебное пособие. - Тольятти: ТГУ, 2016. - 75 с.

**Марусова Я.А.**

**Устройство резервного электропитания**

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-567*

*Научный руководитель: Бондарь С.Н.*

#### **Аннотация**

В условиях повышенной цифровизации, особое место занимают устройства резервного электропитания. В данной статье рассмотрен принцип функционирования одного из возможных схемных решений построения устройства резервного электропитания. Особенностью данного схемного решения является повышенные КПД и надежность при значительной простоте реализации.

**Ключевые слова:** резервное электропитание; датчик электропитания; полевой транзистор; транзисторный оптрон.

**Abstract**

In conditions of increased digitalization, backup power supply devices occupy a special place. This article discusses the principle of functioning of one of the possible circuit solutions for building a backup power supply device. A feature of this circuit solution is increased efficiency and reliability with considerable ease of implementation.

**Keywords:** backup power supply; power supply sensor; field-effect transistor; transistor optocoupler.

На данном историческом этапе, в силу цифровизации технологических процессов, непрерывность электропитания характеризуется повышенной важностью [1÷3]. Так как значительная часть технологических процессов, а также систем контроля нуждаются в круглосуточном электроснабжении. Перебои в электроснабжении неминуемо повлекут за собой остановку технологических процессов. Что, в свою очередь, чревато как экономическими потерями, так и опасностью возникновения техногенных катастроф.

Рассматриваемое схемное решение построения устройства резервного электропитания [1] относится к электротехнике и может быть использовано в системах электропитания потребителей, не допускающих перерывов в работе, в частности: устройств выборки и хранения [4÷7]; систем сбора данных [8].

На рисунке 1 представлена схема устройства резервного электропитания.

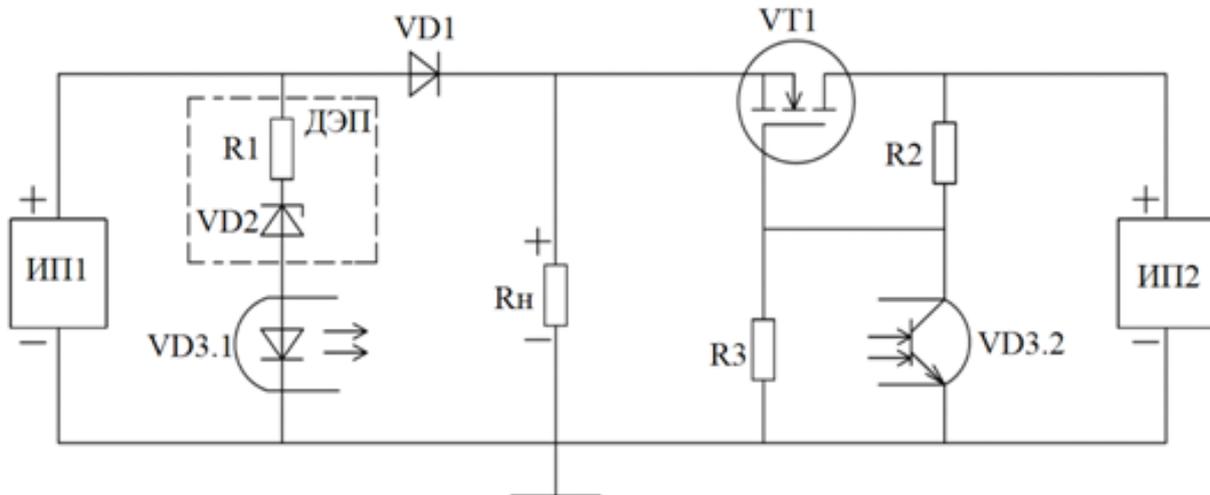


Рисунок 1. Схема устройства резервного электропитания

Устройство резервного электропитания (рисунок 1) содержит: основной источник питания ИП1; резервный источник питания ИП2; полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n-типа VT1; полупроводниковый выпрямительный диод VD1; датчик электропитания ДЭП, выполненный на базе постоянного резистора R1 и полупроводникового стабилитрона VD2, соединенных последовательно; оптрон VD3, выполненный на базе светодиода VD3.1 и фототранзистора VD3.2; постоянные резисторы R2 и R3; нагрузку Rн.

Устройство резервного электропитания работает следующим образом.

Если на выводах основного источника питания ИП1 присутствует напряжение, а также выполняется условие (1)

$$U_{\text{ИП1}} > U_{\text{пробоя VD2}} \quad (1)$$

где  $U_{\text{ИП1}}$  - выходное напряжение основного источника питания ИП1;

$U_{\text{пробоя VD2}}$  - напряжение пробоя стабилитрона VD2 датчика электропитания ДЭП, то нагрузка Rн будет запитана через полупроводниковый выпрямительный диод VD1 от основного источника питания ИП1.

Это обусловлено тем, что в следствии выполнения условия (1), а значит и пробоя стабилитрона VD2, датчик электропитания ДЭП переведёт оптрон VD3 в активное состояние (ток, протекающий через светоизлучатель (светодиод) VD3.1 оптрона VD3 обеспечивает открытие фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3). В результате которого, проходное сопротивление фотоприемника (фототранзистора VD3.2 оптрона VD3) будет шунтировать сопротивление резистора R3. И в случае выполнения условия (2)

$$\frac{U_{\text{ИП2}}}{R_2 + \frac{R_3 \cdot R_{\text{вкл. VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{вкл. VD3.2}}}} \cdot \frac{R_3 \cdot R_{\text{вкл. VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{вкл. VD3.2}}} < U_{\text{пор. VT1}} \quad (2)$$

где  $U_{\text{ИП2}}$  - выходное напряжение резервного источника питания ИП2;

$R_2$ ,  $R_3$  - сопротивления постоянных резисторов R2 и R3;

$R_{\text{вкл. VD3.2}}$  - сопротивление фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 во включенном (открытом) состоянии;

$U_{\text{пор. VT1}}$  - пороговое напряжение индуцирования (открытия) канала полевого транзистора VT1,

полевой транзистор VT1 будет переведен в закрытое состояние, обеспечивая, тем самым, отключение нагрузка Rн от резервного источника питания ИП2.

В случае, если напряжение основного источника питания ИП1 пропадает, либо падает ниже уровня напряжения пробоя стабилитрона VD2 датчика электропитания ДЭП (невыполнения условия (1)), светоизлучатель (светодиод) VD3.1 оптрона VD3 не обеспечивает открытие фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3) и, в случае выполнения условия (3)

$$\frac{U_{\text{ИП2}}}{R_2 + \frac{R_3 \cdot R_{\text{выкл. VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{выкл. VD3.2}}}} \cdot \frac{R_3 \cdot R_{\text{выкл. VD3.2}}}{R_3 + R_{\text{выкл. VD3.2}}} > U_{\text{пор. VT1}} \quad (3)$$

где  $R_{\text{выкл. VD3.2}}$  - сопротивление фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 в выключенном (закрытом) состоянии,

нагрузка Rн будет запитана от резервного источника питания ИП2.

Это обусловлено тем, что сопротивление закрытого фотоприемника (фототранзистора) VD3.2 оптрона VD3 в выключенном состоянии крайне велико и не оказывает влияние на величину падения напряжения на сопротивлении резистора R2, что обеспечивает поддержание полевого транзистор VT1 в открытом состоянии.

При возобновлении работы основного источника питания ИП1, восстанавливается питание нагрузки Rн через полупроводниковый выпрямительный диод VD1, благодаря тому, что включается стабилитрон VD2 датчика электропитания ДЭП. Что приводит к получению питания светоизлучателя (светодиода VD3.1) оптрона VD3, включению фотоприемника (фототранзистора VD3.2) и запирацию канала полевого транзистора VT1. Тем самым отключая резервный источник питания ИП2 от нагрузки Rн.

Так как роль коммутационных элементов исполняют полупроводниковый выпрямительный диод VD1 и полевой транзистор VT1, в качестве которых, в случае необходимости, возможно использовать элементы с повышенной нагрузочной способностью, рассматриваемое схемное решение построения устройства резервного электропитания характеризуется значительной универсальностью в плане величины электроснабжения.

Кроме того, так как в качестве основного коммутационного элемента используется полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n-типа, который относится к классу приборов управляемых напряжением и характеризуемых малым током управления (ток затвора, как правило, не превышает несколько единиц микроампер), рассматриваемое схемное решение

построения устройства резервного электропитания характеризуется повышенным значением КПД.

\*\*\*

1. Пат. РФ №191699. Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №23.
2. Пат. РФ №189780. Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №16.
3. Пат. РФ №189075. . Устройство резервного электропитания / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2019. №13.
4. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности // Аграрная наука - северокавказскому федеральному округу: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 224-228.
5. Пат. РФ №154070. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.
6. Пат. РФ №157940. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №35.
7. Пат. РФ №154754. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №25.
8. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Перспективы совершенствования систем сбора данных // Техника и технология. - 2012. - № 3. - С. 30-31.

**Попкова О.С., Сарбаева Я.И., Шаяхметов Ф.Р.**

**Радиатор отопления**

*Казанский государственный энергетический университет  
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-568

**Аннотация**

Радиаторы или батареи отопления нужны для обогрева помещения. Их устанавливают в квартирах и частных домах — на пол или вешают на стену.

Батареи бывают панельными, секционными и трубчатыми. Их изготавливают из стали, алюминия, чугуна и сочетаний двух металлов: стали с алюминием и меди с алюминием.

**Ключевые слова:** радиатор, отопление, батареи, обогрев.

**Abstract**

Radiators or heating batteries are needed to heat the room. They are installed in apartments and private houses — on the floor or hung on the wall.

Batteries can be panel, sectional and tubular. They are made of steel, aluminum, cast iron and combinations of two metals: steel with aluminum and copper with aluminum.

**Keywords:** radiator, heating, batteries, heating.

Отопление — искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и/или требованиям технологического процесса. Под отоплением понимают также устройства и системы (калориферы, тёплый пол, ИК-обогрев и пр.), выполняющие эту функцию.

Система отопления — это совокупность технических элементов, предназначенных для компенсации температурных потерь через внешние ограждающие конструкции (стены, пол, крыша), методом получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения необходимого количества теплоты, достаточного для поддержания температуры на заданном уровне согласно нормам.

Основные конструктивные элементы системы отопления:

- Районная котельная (при индивидуальном теплоснабжении котел отопления) — место где вырабатывается теплота;
- Тепловые магистрали (теплотрассы) — элементы для транспортировки теплоты от источника теплоты к потребителям (объектам инфраструктуры);

- Отопительные приборы — элементы для передачи тепловой энергии от теплоносителя воздушным массам в помещении (батареи, теплый пол).

Радиаторы отопления являются ключевым элементом системы отопления жилья, и их правильный выбор обеспечит тепло и уют вашему дому. Типы и виды радиаторов широко представлены на рынке и для правильного выбора того или иного товара нужно знать их виды, технические характеристики, плюсы и минусы каждого вида радиаторов.

Радиаторы отопления секционные имеют в наличии секции, которые способны увеличить тепловую мощность благодаря тому, что соединены в батареи.

Нагревательные приборы — основной элемент систем отопления, служащий для передачи тепла от теплоносителя (пар, вода) к воздуху помещения. Теплоотдача нагревательными приборами осуществляется конвекцией и лучеиспусканием. Нагревательные приборы должны удовлетворять теплотехническим, гигиеническим и технико-экономическим требованиям.

Теплотехнические требования заключаются в том, чтобы нагревательные приборы наилучшим образом передавали тепло от теплоносителя к воздуху отапливаемого помещения, т. е. чтобы имели достаточно высокий коэффициент теплопередачи.

Гигиенические требования — возможность легкого и полного удаления пыли с поверхностей нагрева. Температура поверхности приборов не должна быть выше 95°C. При более высоких температурах пыль пригорает к металлу.

Технико-экономические требования состоят в том, чтобы стоимость нагревательных приборов и затрата металла, отнесенная к единице полезно отдаваемого тепла, были наименьшими; металл, применяемый для их изготовления, был недефицитный; площадь и объем, занимаемые приборами в помещениях, — минимальными.

В системах центрального отопления в качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, конвекторы, отопительные панели, ребристые трубы, регистры из гладких труб. Приборы, у которых теплоотдача за счет конвекции составляет более 75%, относятся к группе конвекторов, а приборы, передающие более 25% общего количества тепла лучеиспусканием, — к группе радиаторов.

Поверхность нагрева приборов вычисляют в эквивалентных квадратных метрах — экм.

Радиаторы. Радиаторы собирают из отдельных секций, соединяемых между собой ниппелями, которые имеют с одной стороны левую, а с другой — правую резьбу. Ниппели одновременно ввинчивают в две смежные секции вверху и внизу и специальным ключом стягивают секции между собой. В ниппельные отверстия крайних секций вверху и внизу ввинчивают пробки глухие или с отверстиями диаметром 15 или 20 мм для присоединения прибора к трубопроводу. Радиатор можно использовать для всех видов отопления при рабочем давлении теплоносителя, не превышающем 0,6 МПа, и температуре до 150° С.

Наиболее распространены чугунные радиаторы М-140, М-140-АО, М-140-АО-300, РД-90, М-90, «Стандарт».

Панельный радиатор состоит из двух штампованных стальных листов, которые образуют короб. Между листами установлено от одной до трёх пластин, по которым циркулирует горячая вода. Снизу и сверху короба прорезаны отверстия, чтобы сквозь радиатор проходил воздух.

Преимущества панельных радиаторов: высокая теплоотдача, экономный расход теплоносителя, небольшая толщина, низкая цена.

Недостатки: низкое рабочее давление до восьми атмосфер, чувствительность к кислотности воды.

Секционный радиатор состоит из нескольких секций. У них обычно ячеистая конструкция, по которой циркулирует воздух, чтобы радиатор быстрее нагревался.

Секционные радиаторы делят на биметаллические, стальные, алюминиевые, медные и чугунные. Чем толще секция и чем больше их количество, тем выше теплоотдача.

Секционные радиаторы устанавливаются под подоконником на расстоянии не менее 10 см от него, 3 см от стены и 10 см от пола.

Трубчатый радиатор состоит из нескольких изогнутых труб. Их изготавливают из металлов, которые устойчивы к коррозии. Радиаторы бывают напольными и настенными, горизонтальными и вертикальными.

Такие радиаторы стояли раньше во всех домах. Сегодня конструкции этого типа используют в основном для дизайна. Например, для ретроинтерьеров выпускают чугунные радиаторы с декоративной ковкой, а для помещений с большой площадью остекления — лёгкие, необычной формы, окрашенные в разные цвета.

Сталь — основной материал для панельных и трубчатых батарей. Такие радиаторы хорошо греют и стоят недорого.

Стальной радиатор быстро ржавеет при контакте с воздухом, например, когда воду слили, а новую ещё не залили.

Из алюминия делают секционные радиаторы. Батареи из алюминия лёгкие, быстро нагреваются и хорошо обогревают помещение.

Алюминий покрывается коррозией, когда повышена кислотность воды и, если есть контакт с медными или латунными трубами. Алюминиевые радиаторы лучше не использовать в домах с давлением системы центрального отопления больше 12 атмосфер, поэтому они больше подходят для частных домов.

\*\*\*

1. В.И.Назаро//Современные системы отопления.
2. Коллектив авторов//отопительные приборы и поверхности

**Сапронова Ю.С.**

### **Стабилизатор постоянного напряжения**

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
(Россия, Ставрополь)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-569

*Научный руководитель: Бондарь С.Н.*

#### **Аннотация**

Функция стабилизатора постоянного напряжения заключается в том, что при большом отклонении входного напряжения и выходного тока нагрузки он поддерживает выходное напряжение в необходимых пределах. В статье рассматривается стабилизатор постоянного напряжения, его устройство, принципиальная схема; также рассматривается, как работает стабилизатор, его аналоги и их недостатки. По сравнению с другими стабилизаторами он обладает более высокой надёжностью.

**Ключевые слова:** напряжение, стабилизатор, эмиттер, коллектор, транзистор, стабилитрон, резистор.

#### **Abstract**

The function of a DC voltage stabilizer is that with a large deviation of the input voltage and output current of the load, it maintains the output voltage within the required limits. The article deals with a constant voltage stabilizer, its device, circuit diagram; it also discusses how the stabilizer works, its analogues and their disadvantages. Compared to other stabilizers, it has higher reliability.

**Keywords:** voltage, stabilizer, emitter, collector, transistor, zener diode, resistor.

Пониженное или повышенное напряжение в сети — это довольно распространённая причина выхода из строя электрических приборов. В случае, когда напряжение в сети ниже требуемого, электроника работает некорректно, а если выше требуемого — выходит из строя, например, устройств выборки и хранения [1÷4], систем сбора данных [5] и т.д. То есть

значительное отклонение напряжения сети от требуемого приводит к некорректной работе или выходу из строя практически всего электрооборудования.

Во избежание этой проблемы устанавливаются стабилизаторы напряжения.

Рассматриваемое устройство относится к электротехнике. Его можно использовать в источниках вторичного электропитания радиоаппаратуры.

Существуют аналоги данного стабилизатора [6, 7]. Но они имеют ряд недостатков, среди которых:

- большое количество элементов, которые выполняют одну и ту же функцию, в частности, функцию запуска – это способствует снижению надежности стабилизатора;
- малый диапазон рабочих температур, а в случае большого диапазона рабочих температур – малый диапазон выходных напряжений – это способствует сужению спектра функциональных возможностей стабилизатора.

В устройство стабилизатора, рассматриваемого в данной статье [8], входят: регулирующий транзистор, усилитель постоянного тока (УПТ) на транзисторе с противоположным типом проводимости, последовательная RC-цепь, которая состоит из конденсатора и резистора R1, пусковая цепь из двух диодов, соединенных последовательно. Данный стабилизатор отличается от своих аналогов тем, что он содержит еще один стабилитрон, такого же типа, как и первый, и включен встречно ему, анодом к коллектору регулирующего транзистора, а катодом к катоду первого стабилитрона.

На рисунке 1 изображена схема рассматриваемого в данной статье стабилизатора постоянного напряжения.

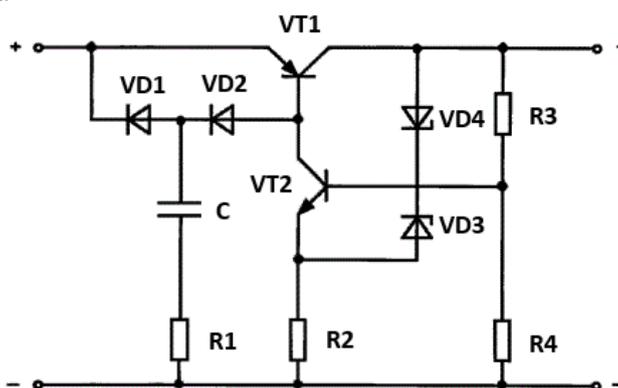


Рисунок 1. Устройство стабилизатора постоянного напряжения

Стабилизатор постоянного напряжения включает в себя: VT1 – регулирующий транзистор p-n-p типа; VT2 – транзистор n-p-n типа (УПТ); R1 – резистор RC цепи; C – конденсатор RC цепи; R3 и R4 – резисторы делителя выходного напряжения; VD3 и VD4 – однотипные стабилитроны параметрического стабилизатора напряжения; R2 – резистор параметрического стабилизатора напряжения; VD1 и VD2 – диоды пусковой цепи.

Рассмотрим принцип действия этого устройства. При подаче входного напряжения конденсатор C заряжается по цепи - VT1, VD2, R1. В результате перехода транзистора VT1 в открытое состояние на выходе стабилизатора появляется напряжение. Это приводит к тому, что транзистор VT2 так же открывается и под действием цепи обратной связи и на выходе стабилизатора устанавливается номинальное выходное напряжение. Стабилизатор переходит в рабочий режим. Определяемый воздействием напряжения смещения поступающего на базу транзистора VT2 с выхода цепи смещения VD3, VD4, R2.

В случае кратковременного пропадания входного напряжения, через диод VD1, осуществляется ускоренная разрядка конденсатора C, способствующая ускоренному запуску стабилизатора при повторном включении питания. Что является важным преимуществом при работе стабилизатора в сеансовом режиме.

Использование в цепи смещений УПТ, а фактически – параметрическом стабилизаторе напряжения, встречно включенных стабилитронов VD3, VD4, обеспечивает так же, дополнительное преимущество рассматриваемого схемного решения - большой диапазон выходных напряжений при большом диапазоне рабочих температур. одновременно.

В подтверждение изложенного, исследуем стабильность напряжения одного и двух встречно включённых стабилитронов под влиянием изменяющейся температуры в программе Micro-Cap.

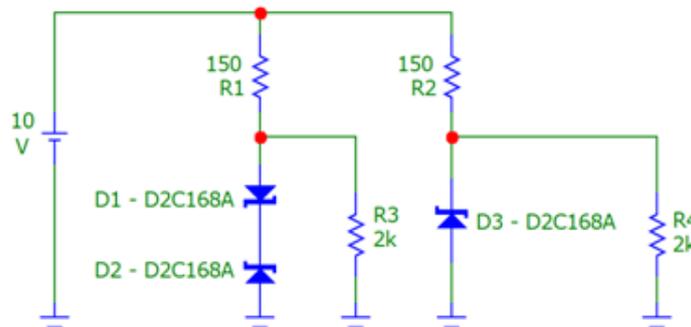


Рисунок 2. Экспериментальная схема в Micro-Cap

На данной схеме R1 используется как балластный резистор, благодаря которому совместно с двумя встречно включёнными стабилитронами D1 и D2 лавинного типа (D2C168A) образуется делитель напряжения. Параллельно этим стабилитронам включена нагрузка, с которой будет сниматься напряжение для получения ВАХ и зависимости напряжения стабилизации от температуры. Аналогичным образом R2 и стабилитрон D3 образуют делитель напряжения, а R4 является нагрузочным резистором. Питает эту схему, источник напряжения 10 В.

Рассмотрим ВАХ одного стабилитрона с поданным обратно смещённым напряжением и двух встречно включённых стабилитронов. Стабилитроны при снятии обратных ветвей подвергались изменению температуры от 0 до 70 градусов (рисунки 3, 4), и от -10 до 100 градусов при снятии зависимости напряжения стабилизации от температуры (рисунки 5, 6), которая даёт более подробную информацию об изменениях напряжения стабилизации от температуры в данных пределах изменений.

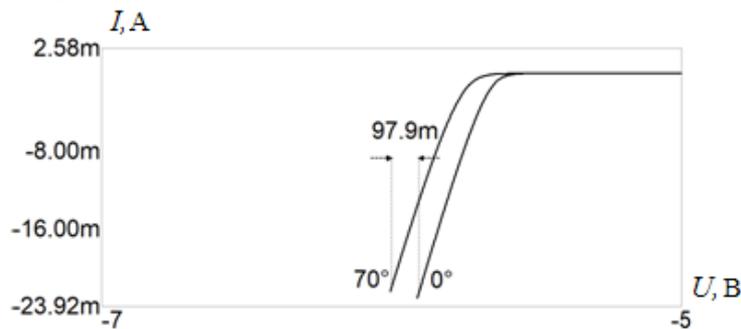


Рисунок 3. ВАХ одного стабилитрона

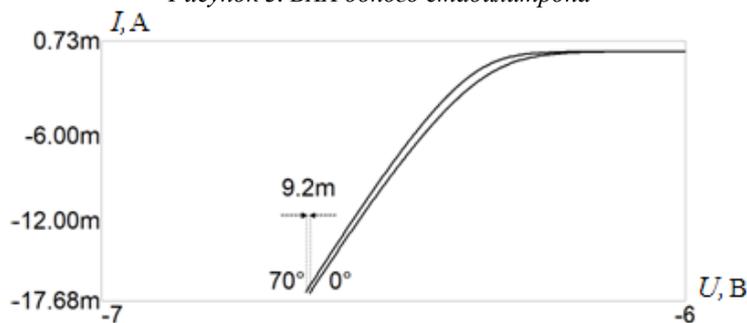


Рисунок 4. ВАХ двух встречно включённых стабилитронов

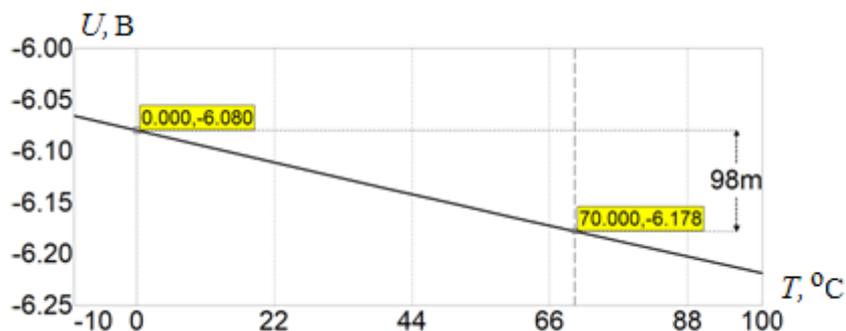


Рисунок 5. Зависимость напряжения стабилизации одного стабилизатора от температуры

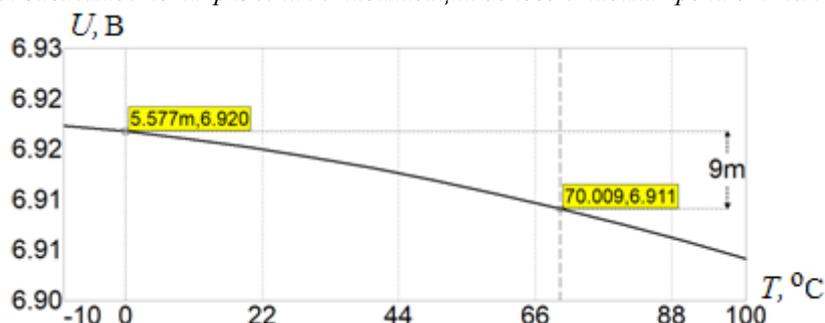


Рисунок 6. Зависимость напряжения стабилизации двух встречно включенных стабилизаторов от температуры

При проведении опыта было обнаружено, что при двух встречно включенных стабилизаторах  $\Delta U_{ст}$  в 10.8 раз меньше, чем при одном.

Таким образом, используя схему с двумя встречно включенными стабилизаторами получаем более высокую стабильность по напряжению стабилизации в условиях изменяемой температуры.

\*\*\*

1. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Разработка быстродействующего устройства выборки и хранения повышенной точности // Аграрная наука - северокавказскому федеральному округу: сб. науч. тр. по материалам 75 научно-практической конференции. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 224-228.
2. Пат. РФ №154070. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.
3. Пат. РФ №157940. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №35.
4. Пат. РФ №154754. Устройство выборки и хранения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №25.
5. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Перспективы совершенствования систем сбора данных // Техника и технология. - 2012. - № 3. - С. 30-31
6. Пат. РФ №147519. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2014. №31.
7. Пат. РФ №162020. Электронный стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2016. №14.
8. Пат. РФ №149612. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №1.

**Сумбаев С.Ю.**

### **Обзор стабилизатора постоянного напряжения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-570

#### **Аннотация**

Одним из важнейших параметров стабилизаторов напряжения, функционирующих в широком диапазоне рабочих температур [1÷10], является температурный коэффициент напряжения стабилизации (ТКНС). В свою очередь, стабильность параметров выходного напряжения стабилизаторов, используемых в качестве источников питания в системах аналого -

цифрового преобразования [11÷14] служит важнейшим условием выполнения заявленных технико - экономических параметров.

**Ключевые слова:** стабилизатор, напряжение, ТКНС, источник питания.

### Abstract

One of the most important parameters of voltage regulators, functioning in a wide range of operating temperatures [1÷10], is the temperature coefficient of stabilization voltage (TCVS). In turn, the stability of parameters of output voltage stabilizers, used as power supplies in systems of analog - digital conversion [11÷14] serves as the most important condition of the fulfillment of the declared technical - economic parameters.

**Keywords:** stabilizer, voltage, TCNS, power supply.

Стабилизатор постоянного напряжения, рисунок 1, характеризуется расширенными функциональными возможностями, обусловленные обеспечением высокой температурной стабильности выходного напряжения (широкого диапазона рабочих температур) при одновременном расширенном диапазоне выходных напряжений.

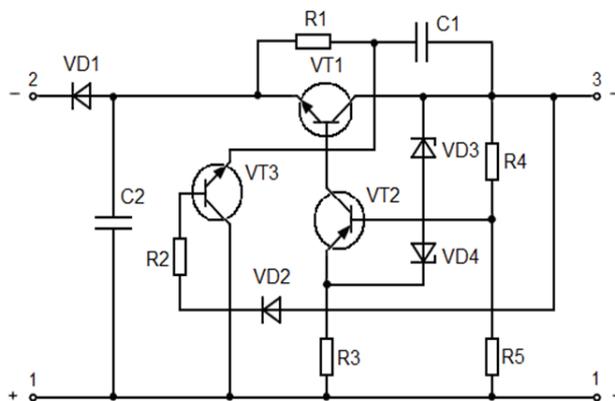


Рисунок 1. Схема стабилизатора постоянного напряжения

Стабилизатор постоянного напряжения содержит общий вывод 1, входной вывод 2, выходной вывод 3, первый и второй диоды VD1, VD2, первый и второй стабилитроны VD3 и VD4, регулирующий транзистор VT1, усилитель постоянного тока на транзисторе VT2, имеющий противоположный тип проводимости, транзистор VT3 защиты, первый, второй и третий резисторы R1, R2 и R3, резисторы R4 и R5 делителя выходного напряжения (четвертый и пятый резисторы), первый и второй конденсаторы C1, C2.

Стабилизатор постоянного напряжения работает следующим образом.

При подаче напряжения на вход стабилизатора, одновременно с зарядом конденсатора C2, ток, проходящий через диод VD1, конденсатор C1 и резистор R1, создает отпирающее напряжение на базе транзистора VT2, что приводит к открыванию транзисторов VT1 и VT2.

После достижения выходным напряжением своего номинального значения, стабилизатор переходит в рабочий режим.

В рабочем режиме ток коллектора транзистора VT2 протекает через базу регулирующего транзистора VT1, обеспечивая необходимый ток нагрузки. При коротком замыкании на выходе, на базу транзистора VT2 подается отпирающее напряжение смещения, растет ток эмиттера транзистора VT2 и уменьшается ток опорного стабилитрона VD4. Когда ток стабилитрона VD4 уменьшится до нуля, стабилитрон VD4 закрывается и дальнейшее увеличение тока эмиттера становится невозможным, транзисторы VT1 и VT2 закрываются, а напряжение на выходе уменьшается до нуля.

Одновременно анод диода VD2 соединяется с общим выводом 1, вследствие этого транзистор VT3 открывается, а конденсатор C1 при этом шунтируется эмиттер - коллекторным переходом и разряжается до напряжения, равного падению напряжения на переходе. Это

обеспечивает быстрый разряд конденсатора С1, и он оказывается готовым к повторному пуску. После устранения короткого замыкания стабилизатор автоматически запускается в рабочий режим. Процесс запуска стабилизатора протекает так же, как при подаче входного напряжения. Открытое состояние транзистора VT3 исключает возможность включения стабилизатора при короткозамкнутой нагрузке.

При кратковременном «проседании» или пропадании питающего напряжения рабочий режим стабилизатора поддерживается током разряда конденсатора С2. Диод VD1 предохраняет разряд конденсатора С2 через источник питания в случае «проседания» или пропадания питающего напряжения. При длительном пропадании питающего напряжения, происходит разряд конденсатора С1, транзисторы VT1 и VT2 закрываются, стабилизатор оказывается готовым к повторному пуску. При подаче входного напряжения стабилизатор автоматически запускается в рабочий режим.

Таким образом, разработанный стабилизатор постоянного напряжения сохраняет работоспособность при кратковременном пропадании питающего напряжения, что существенно позволяет повысить надежность запитываемых им устройств, в частности, систем сбора данных [15÷17], которые эксплуатируются на периферийных объектах без обслуживающего персонала.

Источники питания в системах аналого - цифрового преобразования ориентированы, как правило, на выходное напряжение превышающее 6 В, поэтому использование в качестве стабилизатора VD4 лавинного стабилизатора, то есть стабилизатора с напряжением стабилизации более 6 В, характеризуемого положительным ТКНС [18, с.351], и стабилизатора VD3, однотипного стабилизатору VD4, но включенного ему встречно (в прямом направлении), а значит характеризуемого отрицательным ТКНС [19, с.184], обеспечивает взаимную компенсацию ТКНС стабилизаторов VD3, VD4, а значит и расширение диапазона рабочих температур устройства, что существенно расширяет функциональные возможности предлагаемого стабилизатора постоянного напряжения.

\*\*\*

1. Пат. 94731 Российская Федерация, МПК G05F1 / 56. Двухполярный источник напряжения / М.С. Бондарь; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ. № 2009144918 / 22; заявл. 03.12.2009; опубл. 27.05.2010.
2. Пат. 2426169 Российская Федерация, МПК G05F3 / 08. Устройство формирования опорного напряжения / М.С. Бондарь; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ. № 2010111819 / 09; заявл. 26.03.2010; опубл. 10.08.2011.
3. Пат. 2426170 Российская Федерация, МПК G05F3 / 08. Источник опорного напряжения/ М.С. Бондарь; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ. №2010112031 / 09; заявл. 29.03.2010; опубл. 10.08.2011.
4. Жаворонкова М.С., Бондарь С.Н. Анализ известных способов формирования опорного напряжения // Новый университет. Серия: Технические науки. 2012. № 1 (7). С. 4 - 6.
5. Бондарь М.С. Расширение функциональных возможностей двухполярного источника напряжения // Успехи современного естествознания. 2010. № 1. С. 139.

**Сулова К.Ю.**

### **Несимметрии напряжения электродвигателей**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-571*

#### **Аннотация**

Одним из источников электрических потерь является несимметрия токов и напряжений в сети и на зажимах электроприемников, например, трехфазных асинхронных электродвигателей, что отрицательно влияет на работу потребителей и приводит к ухудшению показателей качества электрической энергии.

**Ключевые слова:** напряжение, электродвигатель, несимметричный режим, мощность.

**Abstract**

One of the sources of electric losses is the asymmetry of currents and voltages in the network and at the terminals of electrical consumers, such as three-phase induction motors, which negatively affects the work of consumers and leads to a deterioration in the quality of electrical energy.

**Keywords:** voltage, electric motor, unbalanced mode, power.

Цель работы: исследование работы асинхронных электродвигателей при несимметрии напряжения.

Качественно отличается действие несимметричного режима по сравнению с симметричным для таких распространенных трехфазных электроприемников, как асинхронные двигатели. Особое значение для них имеет напряжение обратной последовательности. Сопротивление обратной последовательности электродвигателей примерно равно сопротивлению заторможенного двигателя и, следовательно, в 5 – 8 раз меньше сопротивления прямой последовательности. Поэтому даже небольшая несимметрия напряжений вызывает значительные токи обратной последовательности.

Токи обратной последовательности накладываются на токи прямой последовательности и вызывают дополнительный нагрев статора и ротора (особенно массивных частей ротора), что приводит к ускоренному старению изоляции и уменьшению располагаемой мощности двигателя (уменьшению к.п.д. двигателя). Так, срок службы полностью загруженного асинхронного двигателя, работающего при несимметрии напряжения 4%, сокращается в 2 раза. При несимметрии напряжения 5% располагаемая мощность двигателя уменьшается на 5 – 10%.

Несимметричную систему трехфазных напряжений можно разложить на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности и проанализировать влияние каждой из них на работу двигателя. ГОСТ допускает несимметрию напряжения (отношение напряжения обратной последовательности к номинальному напряжению) до 2%.

В асинхронных двигателях несимметрия напряжения вызывает дополнительный нагрев, а также противодействующий вращающий момент. Поскольку сопротивление обратной последовательности

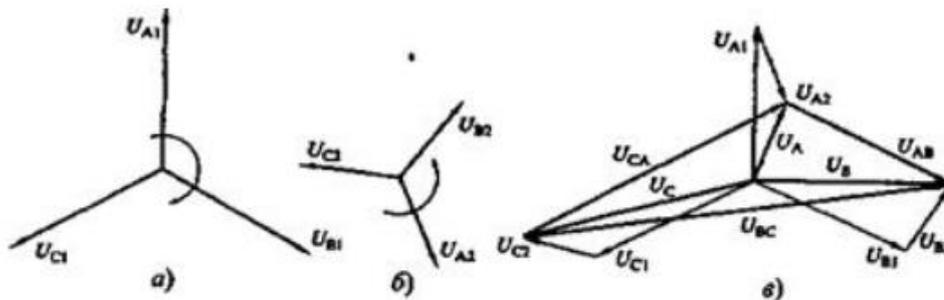


Рис. 1 Влияние появления напряжения обратной последовательности на величину результирующих напряжений сети

*a* — векторная диаграмма напряжений прямой последовательности; *b* — векторная диаграмма напряжений обратной последовательности, *в* — векторная диаграмма, результирующих напряжений

Несимметрия напряжения значительно влияет и на однофазные потребители. Если фазные напряжения неодинаковы, то, например, лампы накаливания, подключенные к фазе с более высоким напряжением, имеют больший световой поток, но значительно меньший срок службы по сравнению с лампами, подключенными к фазе с меньшим напряжением.

Для анализа и расчетов несимметричных режимов в трехфазных цепях использовался метод симметричных составляющих и известный метод наложения [2].

Составляющие нулевой последовательности в фазных токах асинхронных двигателей обычно не возникают, так как нулевые точки фазных обмоток двигателей при соединении в

звезду обычно изолированы. Поэтому поведение асинхронных двигателей рассматривалось только по отношению к прямой и обратной составляющим напряжений и токов.

Расчеты показали, что мощность на валу двигателя снижается по причине составляющей обратной последовательности.

При несимметричном режиме в токе статора появляется составляющая обратной последовательности, которая вызывает магнитный поток, вращающийся относительно ротора с двойной угловой частотой. Этот поток наводит в обмотке ротора токи двойной частоты, вызывающие дополнительные потери в элементах ротора и их нагрев. В результате в асинхронном двигателе возникают дополнительные потери, вызванные физическими процессами, происходящими при преобразовании энергии, отличными от процессов, вызывающих основные потери.

Установлена зависимость изменения потери мощности асинхронного двигателя в зависимости от небаланса напряжений в трехфазной электрической сети, показанная на рисунке 1. Анализ показал, что небаланс, равный 2% может вызвать потери равные 15%.

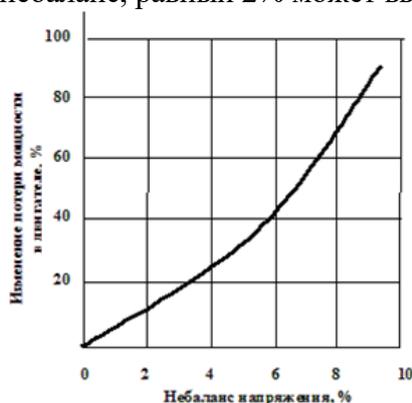


Рис. 1 Характеристика изменения потери мощности асинхронного двигателя в зависимости от небаланса напряжений в трехфазной электрической сети

Вывод: работа асинхронных электродвигателей в режиме напряжения выше номинального приводит к повышению потерь мощности и перерасходу электрической энергии.

\*\*\*

1. ГОСТ 13109—97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]: [межгосударственный стандарт: принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 ноября 1997 г. (протокол №12- 97); введен с 1 янв. 1999 г.].— М.: ИПК «Издательство стандартов», 2000. — 42 с.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины.— М.: Энергия, 1966.— 782 с.

**Шестакова Л.А.**

**Особенности лакокрасочных теплопроводящих медь - полимерных покрытий,  
получаемых методом катодного электроосаждения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-572

#### **Аннотация**

Среди методов нанесения лакокрасочных покрытий в промышленности широко используется способ получения однослойных и грунтовочных покрытий на металлической поверхности - электроосаждение водоразбавляемых лакокрасочных материалов на основе пленкообразователей – полимерных электролитов. Достоинством его является возможность получать равномерные по толщине покрытия в течение 1–2 минут в условиях практически

безотходного производства. Его сущность заключается в потере полиэлектролитом растворимости при изменении pH в приэлектродном пространстве в результате электролиза воды под действием тока.

**Ключевые слова:** катодное электроосаждение, теплопроводность, медь-полимерные покрытия.

### Abstract

Among the methods of applying paintwork coatings in industry the method of obtaining single-layer and primer coatings on metal surface is widely used - electrodeposition of water-dilutable paintwork materials on the basis of film formers - polymer electrolytes. Its advantage is the possibility to obtain coatings of uniform thickness within 1-2 minutes in almost waste-free production. Its essence is the loss of polyelectrolyte solubility when the pH changes in the near-electrode space as a result of electrolysis of water under the influence of current.

**Keywords:** cathodic electrodeposition, thermal conductivity, copper-polymer coatings.

Технология катодного электроосаждения полимерных электролитов похожа на гальванические процессы получения металлических покрытий. Оба процесса проводят в среде водного раствора, покрытие формируется на отрицательно заряженной подложке - катоде. Это обстоятельство дало толчок к созданию нового направления разработок в области создания металл - полимерных покрытий, путем объединения этих процессов.

Металл - полимерные покрытия сочетают достоинства как полимерного покрытия, высокая эластичность, низкая плотность, так и приобретают некоторые свойства, характерные для металлических, а именно твердость, электропроводность, теплопроводность и т.д. К тому же, привлекательным является возможность создания в приэлектродном слое условий для образования наноразмерных частиц металла при его электрохимическом восстановлении в присутствии полимера. Большой интерес представляет создание покрытия, содержащего в своем составе частицы меди, так как медь, как известно, обладает высокими теплопроводными свойствами, что обуславливает ее применение в различных теплоотводных устройствах.

Целью данной работы является рассмотрение возможности получения медь - полимерных покрытий методом катодного электроосаждения и исследование их свойств.

### Экспериментальная часть

В качестве полимерного электролита использовали пленкообразователь промышленного лакокрасочного материала для катодного электроосаждения (аналоги Cathogard W 781309, фирмы «BASF»; GEN 6W 780 / 973, фирмы «PPG»), представляющие собой эпоксиаминный аддукт, модифицированный блокированным полиизоцианатом и переведенный в водорастворимое состояние взаимодействием с уксусной кислотой. В качестве неорганического компонента использовался ацетат меди. В работе [3] оптимальными условиями для получения покрытия хорошего качества были признаны параметры процесса приближенные к параметрам катодного электроосаждения полимерных электролитов, а именно: напряжение от 150 до 240 В, температура рабочего раствора 30 - 35 °С, pH – 5 - 5,5. Это связано с оптимальным составом композиции для получения покрытий, представляющей собой водный раствор полимерного электролита с концентрацией 16 % по сухому остатку и ацетата меди с концентрацией от 0,003 до 0,06 моль / л. Установлено, что водные растворы ацетата меди и полимерного электролита полностью совместимы в широком диапазоне соотношения компонентов.

Электроосаждение проводили в термостатируемой ванне, объемом 500 мл, катодами служили предварительно обезжиренные пластинки из стали марки 08 КП (AISI622) площадью 0.2 дм<sup>2</sup>. Нанесение покрытий проводилось при постоянном перемешивании. После нанесения образцы промывались технической и деминерализованной водой, после чего помещались в сушильный шкаф, где происходит термическое отверждение покрытий при температуре 180°С в течение 20 минут за счет разблокированных изоцианатных групп с гидроксильными и аминными группами [2].

Таким образом, были получены покрытия из систем с различной концентрацией ацетата меди. За оптимальные условия принимали такие параметры электроосаждения и соотношение компонентов, при которых получались бездефектные покрытия с условием максимизации содержания меди. При оценке качества образцов опирались на стандарт для лакокрасочных покрытий ISO 4628 (ГОСТ Р 51691–2008). Определяли толщину, адгезионную прочность, прочность на изгиб, сопротивление удару и твердость по карандашу. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Физико - механические свойства покрытий

Свойства	медь - полимерное покрытие (с различной концентрацией $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , моль / л)						
	0	0,003	0,006	0,12	0,018	0,03	0,06
Толщина, мкм (ГОСТ Р 51694 - 2000, ISO 2808 - 97)	23 - 25	16 - 18	16 - 18	12 - 14	10 - 12	7 - 9	8 - 10
Адгезия, балл (ГОСТ 31149 - 2014, ISO 2409)	0	0	0	0	0	1	1
Прочность на изгиб, мм (ГОСТ 6806 / ISO 1519 / )	1	1	1	1	1	1	2
Сопротивление удару, кг*с / см (ГОСТ 4765, ISO 6272)	70	100	100	100	100	100	100
Твердость по карандашу, НГОСТ Р 54586 - 2011	3	4	5				

Как видно из представленных данных, для всех образцов характерны высокие показатели адгезии и прочности, за исключением 2х последних образцов, чьи внешние характеристики также ухудшились. Причем любопытно, что эластические свойства медь - полимерных покрытий высокие, при увеличении твердости, в сравнении с полимерными покрытиями.

Содержание меди в покрытиях определяли с помощью энергодисперсионного рентгеноспектрального анализа на приборе «Quanta 650» с модулем EDAX. Как и предполагалось, содержание меди в покрытиях возрастает при увеличении концентрации ацетата меди от 0, до 1,6 масс %.

В дальнейшем исследовали образцы, полученные из системы с концентрацией ацетата меди 0,018 моль / л, так как увеличение содержания меди в покрытии приводит к потере качества.

Основным свойством покрытия, которого надеялись добиться в результате проведенных экспериментов, являлось повышение теплопроводности, в сравнении с полимерными покрытиями, полученными электроосаждением без добавки медного компонента. Теплопроводность исследовали с помощью анализатора теплопроводности DTC - 300 фирмы «Intertech». Измерения проводились с использованием эталонного стального образца. Методика исследования заключалась в измерении теплового сопротивления эталонного образца вместе с исследуемым и эталона отдельно. Рассчитывалась величина теплового сопротивления искомого образца как разница двух вышеописанных измерений. Данные измерений представлены в таблице 2. Данные измерений представлены в таблице 2

Таблица 2

## Результаты определения теплопроводности покрытий

Исследуемый образец	Толщина образца, мм	Средняя температура, °С	Коэффициент теплопроводности, Вт / м К
Эталон «сталь»	0.404	Ъ82	5.05
Полимерное покрытие	0.455	82	0.948
Медь - полимерное покрытие	0.436	82	1.615

Как видно из таблицы 2, у медь - полимерных покрытий коэффициент теплопроводности превышает коэффициент для полимерных покрытий в 1,5 - 1,9 раз. С учетом увеличения коэффициента теплопроводности и снижением толщины покрытия параметр / может достигать значения 2. Из этого следует, что общее количество теплоты, которое передается через поверхность, в зависимости от изменения температурного параметра, может также увеличиваться в 1,5–2 раза, что принципиально важно для тепловыделяющих приборов, таких как, например, бытовые радиаторы и конвекторы, для получения покрытий на которых используется метод электроосаждения.

Морфологию покрытий исследовали с помощью атомносиловой микроскопии (АСМ) на приборе «Advicarscar Bruker» в контактном режиме с использованием зонда NSG - 10. На рисунке 1 представлена микрофотография медь - полимерных покрытий.

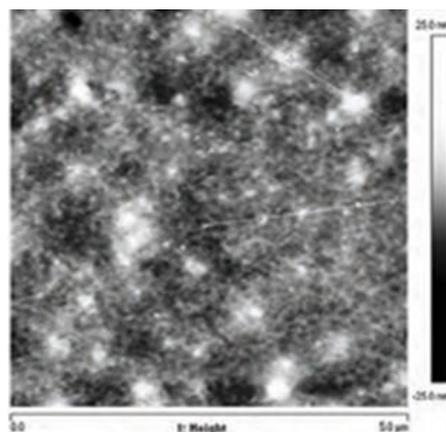


Рисунок 1. Микрофотография медь - полимерного покрытия при увеличении 1 раз

Видно, что в покрытии присутствуют агрегаты (фрактальной формы) наноразмерных частиц меди первичного размера от 50 до 400 нм. Мы предполагаем, что сочетание увеличенной твердости с одновременным увеличением эластичности медь - полимерных покрытия может быть объяснено именно этим обстоятельством, свойственным для фрактальных кластеров наноразмерных металлических частиц в полимерной среде [3].

#### Выводы

1. Показана принципиальная возможность получения медь - полимерных покрытий методом катодного электроосаждения из общего электролита на основе полиэлектролита - пленкообразователя и ацетата меди.
2. Установлен оптимальный состав композиции и условия электроосаждения для получения медь - полимерных покрытий хорошего качества.
3. Изучены свойства новых покрытий. Установлено, что полученные медь - полимерные покрытия при сохранении хорошей адгезии и эластичности превосходят полимерные покрытия по твердости, прочности и наиболее значимо – по теплопроводности.
4. С помощью физико-химических методов анализа исследован состав и морфология полученных покрытий.

\*\*\*

1. Krylova I.A. // Prog. Organic Coatings. 2001. V. 42.P. 120.
2. Квасников М.Ю., Крылова И.А. // Лакокрасочные материалы и их применение.–2001.– № 4. С. 10 - 15
3. O.A. Romanova, K.N. Smirnov, I.F. Utkina, M.R. Kiselev, Y.M. Korolev, I.A. Krylova, E.M. Antipov, A.A. Silaeva. Polymer Science, Ser. A, 2015, Vol. 57, No. 4, pp. 473–479

## РАЗДЕЛ XXIII. ЭНЕРГЕТИКА

Антонова Д.О.

### Анализ способов организации мониторинга тепловых процессов зданий

Самарский государственный технический университет

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-573

#### Аннотация

В данной статье рассмотрены способы организации мониторинга тепловых процессов зданий. Проведен анализ известных способов, методов и средств определения теплопоступлений от отопительных приборов, измерения расхода теплоносителя, регулирования количества тепла, поступающего из тепловой сети. Установлено, что существующие способы имеют различные недостатки, оказывающие существенное влияние на точность измерений, а также сужающие область их использования. Выявлено, что в известных способах недостаточное внимание уделено микропроцессорным средствам обработки данных, а также сетям датчиков. Показано, что системы регулирования теплоносителя не используют частотно-регулируемые электроприводы насосов, что не позволяет обеспечить высокое качество и точность регулирования тепловых процессов в системах отопления зданий.

**Ключевые слова:** измерение расхода, система отопления, система мониторинга, тепловые процессы, тепловые потери, регулирование тепловых процессов.

#### Abstract

The ways of organizing monitoring of thermal processes in buildings are considered in this article. The analysis of known ways, methods and means for determining the heat gains from heating devices, measuring the flow of heat carrier and regulating the amount of heat coming from the heating network is carried out. It is established that the existing methods have various drawbacks that have a significant impact on the accuracy of measurements, as well as narrowing the area of their use. It was revealed that in the known methods insufficient attention is paid to microprocessor data processing tools, as well as sensor networks. It is shown that heat-carrier control systems do not use frequency-controlled electric drives of pumps, which does not allow for high quality and accuracy of heat processes control in heating systems of buildings.

**Keywords:** flow measurement, heating system, monitoring system, thermal processes, heat losses, regulation of thermal processes.

В процессе эксплуатации зданий происходит неизбежное старение теплоизоляционных материалов, появляются неплотности прилегания окон и дверей, снижается эффективность работы приборов отопления. В связи с этим возникает задача своевременного обнаружения повышенного теплопотребления жилых зданий и установления его причин. Одним из методов ее решения является разработка системы непрерывного наблюдения тепловых процессов в здании с целью обнаружения причин их отклонений от нормативного состояния. Первым этапом создания системы мониторинга тепловых процессов зданий является изучение существующих способов их построения.

В работе [1] описаны известные способы и устройства для регулирования, измерения и учета расхода тепла, которые можно использовать в разрабатываемой системе мониторинга. В частности, для учета расхода тепла предлагается использовать первичные датчики расхода, устанавливаемые в потоке жидкости, а в качестве средства регулирования расхода теплоносителя, поступающего в систему отопления здания, применять несколько насосов, работающих параллельно. Предложенные средства обладают низкой эксплуатационной

надежностью, а также приводят к большой дискретности регулирования расхода теплоносителя, что снижает эффективность регулирования.

Изобретение, описанное в работе [2], относится к области теплоснабжения городов и промышленных объектов и может быть использовано для измерения и учета расхода теплоносителя и тепла.

Техническим результатом данного изобретения является упрощение процесса измерения и учета расходов теплоносителя и тепла в тепловой сети, а также получения этой информации в реальном масштабе времени. Недостатком описанной системы является то, что в ней не рассматриваются двухконтурные системы теплоснабжения

Изобретение, описанное в патенте [3], относится к системам теплоснабжения городов и других населенных пунктов и может быть использовано для автоматического учета и регулирования расхода тепла в системах отопления.

Достигнутый технический результат заключается в повышении эффективности и экономичности регулирования расхода тепла в тепловой сети, при котором обеспечивается тепловой баланс в системе теплоснабжения. В этом случае количество тепла, отпускаемое за определенный промежуток времени от теплового источника, будет равно количеству тепловой энергии, расходуемой потребителями тепла в системах отопления.

Способ автоматического регулирования расхода тепла в тепловой сети при двухконтурной системе отопления заключается в обеспечении оптимального режима тепловой сети путем поддержания заданных соотношений между давлениями и температурами в прямом и обратном трубопроводах сети. В первый контур системы отопления входит источник тепла и сетевой насос с выходом на теплообменник. Второй контур тепловой сети включает циркуляционный насос и систему отопления с регулированием параметров сети с помощью регуляторов.

Недостатком данного прототипа является низкая эффективность регулирования тепловых потоков по территориально распределенным потребителям тепловой энергии.

В работе [4] описано изобретение, которое может быть использовано для учета потребляемого тепла локальным потребителем, являющимся составной частью объединенной системы потребителей, например, для учета тепла, потребляемого отдельной квартирой в многоквартирном доме.

Способ определения расхода тепла локальными потребителями, входящими в объединенную систему потребителей тепла, включает определение расхода тепла объединенной системой потребителей тепла за конкретное время теплоотдачи теплоисточником, измерение разности температур на поверхности теплоисточника локального потребителя тепла и охлаждающей среды локального потребителя тепла. Затем определяют средний коэффициент теплоотдачи по объединенной системе потребителей тепла. С помощью этого коэффициента определяют расход тепла локальным потребителем за то же конкретное время теплоотдачи теплоисточником. Способ позволяет эффективно определить расход тепла в отдельной квартире в многоквартирном доме.

Недостаток данного способа заключается в том, что найденный средний коэффициент теплоотдачи по объединенной системе потребителей тепла подразумевает наличие у каждого потребителя теплоисточников (отопительных приборов) одного типа, отличающихся лишь количеством секций, что зачастую не соответствует действительности. Отсутствие учета индивидуальных особенностей отопительных приборов вызывает резкое увеличение погрешности измерений. Кроме того, при измерениях отдельные отопительные приборы могут быть включены не на полную мощность, что также вносит дополнительные неточности.

Изобретение [5] относится к теплотехническим измерениям и может быть использовано для определения расхода тепловой энергии потребителями с вертикальной и другими видами разводки теплоисточников. Для этого измеряют диапазон разности температур работы теплоисточников и эмпирически определяют соответствующий каждому диапазону температур коэффициент расхода тепла. С частотой 0,2-1,0 часа поочередно по всем теплоисточникам определяют разность температур между поверхностью теплоисточника и окружающей средой.

После этого определяют расход тепловой энергии каждого теплоисточника и всего потребителя.

Данный способ не может учитывать индивидуальные особенности каждого отопительного прибора и изменение его характеристик в процессе эксплуатации. В связи с этим фактическое значение коэффициента теплоотдачи для каждого отдельного прибора будет иметь большой разброс по отношению к выбранному табличному значению коэффициента теплоотдачи, выраженного через криволинейную функциональную зависимость от разности температур работы теплоисточников. Применяемые для расчетов физическая формула и таблица определения коэффициента расхода тепла получены заявителем эмпирическим путем. Указанные в таблице диапазоны разности температур работы теплоисточников существенно превышают реальный температурный диапазон отопительных приборов (30-90°C).

Система автоматического регулирования (САР) отопления здания с применением теплообменника, описанная в [6], содержит на вводе в индивидуальный тепловой пункт (ИТП) теплосчетчик, регулятор перепада давления прямого действия, регулирующий клапан с исполнительным механизмом, связанный с регулятором, вход которого связан с датчиком температуры, теплообменник, циркуляционный насос, отопительные приборы в системе отопления здания с термостатами, расширенный бак с предохранительным клапаном.

К основным недостаткам данного технического решения следует отнести относительно невысокую надежность использования теплообменника в системе отопления здания, например, без резервирования теплообменника в отличие от циркуляционных насосов, а также низкую эффективность САР отопления здания, так как не учитываются температурный график подачи теплоносителя от тепловых сетей, температура наружного воздуха и температура внутри помещения здания.

Проведенный анализ публикаций показывает, что предлагаемые методы и средства мониторинга и регулирования тепловых процессов зданий направлены на решение локальных задач и не укладываются в рамки единого методологического подхода к созданию комплексной системы оценки качества теплового режима зданий.

\*\*\*

1. Кошарский Б.Д. Автоматическое повышение приборы, способ регуляторы приводит и вычислительные тепла системы: упрощение Справочное тепла пособие. Л.: систем Машиностроение, 1976.
2. Патент РФ №2144162, МПК F24D 19/10, опубл. 10.01.2000, Автоматизированная система для измерения и учета расхода теплоносителя и тепла в системах теплоснабжения/ Кричке В.О., Громан А.О., Кричке В.В.
3. Патент РФ №2325591, МПК F24D 19/10, опубл. 27.05.2008, Способ автоматического регулирования расхода тепла в тепловой сети при двухконтурной системе отопления/Самарский государственный архитектурно-строительный университет
4. Патент РФ №2138029, МПК G01K 17/00, опубл. 20.09.1999, Способ определения расхода тепла локальными потребителями, входящими в объединенную систему потребителей тепла/ Казачков Владимир Семенович
5. Патент РФ №2273833, МПК G01K 17/08, опубл. 10.04.2006 Бюл.№10 Способ определения расхода тепловой энергии потребителя с вертикальной и другими видами разводки теплоисточников/ Чистов Георгий Леонидович
6. Ливчак В.И. Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения на новом этапе развития / В.И. Ливчак // Энергосбережение. - 2000. - №2. - с. 4-9.

**Антонова Д.О.**

**Пункты временного размещения, оснащенные палаточными городками с системами воздушного отопления**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-574

#### **Аннотация**

В настоящее время актуальным является вопрос создания технических средств для оперативной доставки лиц, пострадавших в ЧС [1,с.37; 2,с.27], а также их размещения в

пунктах временного размещения, оснащенных палаточными городками с системами жизнеобеспечения.

**Ключевые слова:** экстремальные условия, воздушное отопление, палаточный городок, пункт временного размещения.

### Abstract

At the present time the article touches upon the problem of creation of technical means for operative delivery of persons injured in accidents [1,p.37; 2,p.27] as well as their accommodation in the temporary accommodation points equipped with tent settlements with the systems of life support.

**Keywords:** extreme conditions, air heating, tent camp, temporary accommodation.

Палаточный городок (рис.3) с системой воздушного отопления для временного проживания людей в экстремальных условиях состоит из централизованной системы воздушного отопления с вентиляционно - отопительным модулем (рис.4), соединенным каналами с рядами палаток. Система воздушного отопления включает в себя вентиляционно - отопительный модуль системы, имеющей два центральных канала, расположенных между рядами палаток палаточного городка, причем один из них, нижний является отводящим, а второй, верхний – подводящим каналами, при этом нижний канал снабжен патрубком, входящим в каждую палатку, а верхний, подводящий канал дополнительно снабжен крестовиной для соединения с устройством раздачи подогретого кондиционного воздуха, установленного под потолком каждой палатки, с закрепленными на ней светильниками.

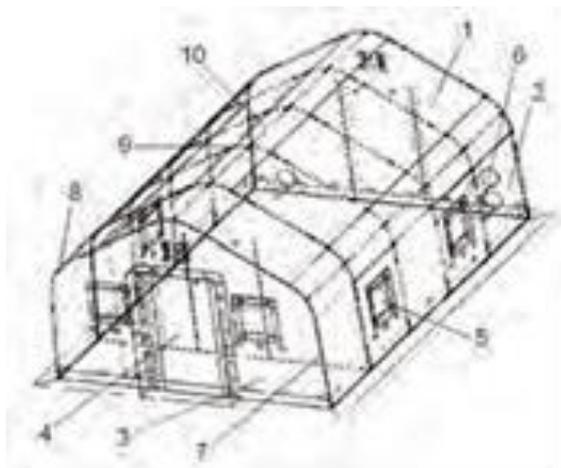


Рис.1. Схема палатки МЧС в сборе

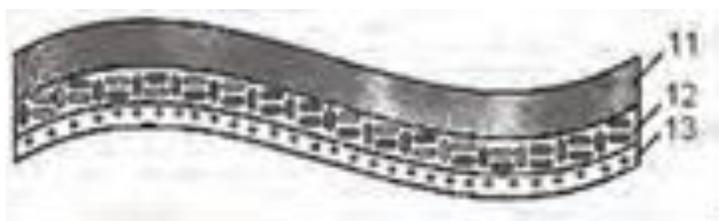


Рис.2. Структура многослойного материала, обеспечивающего высокие теплоизоляционные свойства объекта и маскировку от обнаружения детекторами инфракрасного излучения

Каждая из палаток палаточного городка для временного проживания людей в экстремальных условиях (рис.1) содержит крышу 1, боковую стенку 2, пол 3, дверь 4, окна 5, вентиляционные отверстия 6. Каркас палатки включает прямые трубчатые стойки 7, соединительные дуги 8 с одним или двумя боковыми отводами 9 и продольные стойки 10. Отверстие для печной трубы и гнезда в полу для фиксации нижних торцов стоек каркаса (или дополнительные продольные и поперечные связи) на чертежах не показаны. При необходимости, для большей ветровой устойчивости палатка может быть дополнительно снабжена канатными растяжками, традиционно используемыми для подобных сооружений.



Рис.3. Схема палаточного городка



Рис.4. Общий вид вентиляционно-отопительного модуля системы

Тентовый материал палатки (рис.2) выполнен в виде многослойного материала, ослабляющего тепловое излучение биологического объекта и отражающего инфракрасное излучение. Структура многослойного материала, представлена следующими слоями (рис.2): 11 - полиэфирный текстильный материал с водоотталкивающей пропиткой обеспечивает защиту биологического объекта от осадков в виде дождя и снега и сохранение высоких эксплуатационных свойств материалу в любых погодных условиях; 12 - микропористый мембранный слой выполнен из термопластичной полиуретановой смолы, с размером пор 1,3 - 1,6·10<sup>-6</sup> м, обладает высокими адгезионными свойствами к текстильному материалу, обеспечивает надежное соединение металлизированного слоя с текстильной основой; 13 - металлизированный слой выполнен из нитрида титана и нанесен на материал со стороны термопластичной полиуретановой смолы на атомарно - молекулярном уровне в количестве 1 - 2 г / м<sup>2</sup>, толщиной до 100 нм, обеспечивает теплоизоляцию и существенно ослабляет теплоотдачу и способствует отражению инфракрасного излучения заявляемого материала.

\*\*\*

1. Кочетов О.С., Дурнев Р.А., Трофимов А.В. Амфибийное транспортное средство на воздушной подушке для эвакуации пострадавших в ЧС. В сборнике: наука третьего тысячелетия // сборник статей международной научно - практической конференции. Научный центр «Аэтерна». г.Уфа, Россия, 2014. с. 36 - 40.
2. Кочетов О.С., Дурнев Р.А., Трофимов А.В. Амфибийный транспортный аппарат для эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях регионального масштаба. В сборнике: эволюция научной мысли // сборник статей международной научно - практической конференции. Научный центр «Аэтерна». г.Уфа, Россия, 2014. с. 22 - 29.
3. Трофимов А.В., Кочетов О.С. Палаточный городок с системой воздушного отопления для временного проживания людей в экстремальных условиях. Патент на полезную модель RUS 129971, 05.03.2013.
4. Трофимов А.В., Кочетов О.С. Палаточный городок с системой воздушного отопления для временного проживания людей в экстремальных условиях. Патент на полезную модель RUS 148654, 20.12.2013.

**Блажнов А.А.**

**Снижение теплопотребления общественного здания в программе IES VE**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-575

#### **Аннотация**

Строительство современных уникальных объектов задает новую планку качеству и уровню проектирования. Повышенные требования к микроклимату, энергоэффективности инженерных систем, экологичности объектов приводят к необходимости относиться к проектированию и строительству здания как к созданию многофакторного живого организма. Привлечение современных методов BIM, математического моделирования микроклимата и энергетического моделирования расширяет возможности проектирования, позволяет добиться итогового качественного продукта для сложного многофункционального объекта. В данной статье будут рассмотрены способы уменьшения теплопотребления в программной среде IES VE.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергомоделирование, IES VE, теплопотребление.

### Abstract

Construction of modern, unique facilities sets a new bar for the quality and level of design. Increased requirements to the microclimate, energy efficiency of engineering systems, ecological compatibility of objects lead to the necessity to treat design and construction of a building as a creation of a multifactor living organism. Attraction of modern methods of BIM, mathematical modeling of microclimate and energy modeling expands possibilities of design, allows to achieve the final qualitative product for complex multifunctional object. This article will consider ways of reducing heat consumption in the software environment IES VE.

**Keywords:** energy efficiency, energy modeling, IES VE, heat consumption.

Для энергомоделирования зданий используется программный пакет “IES Virtual Environment Pro 2016” компании Integrated Environmental Solutions Ltd. При работе в данном программном комплексе вводятся все сведения о моделируемом здании: архитектура, состав ограждений, расположение и ориентация, погодноклиматические условия, инженерные решения систем ОВИК, энергоэффективные решения.

В данной статье будет рассмотрено административное здание для офисов (рис.1). Количество этажей - 5, общая площадь - 3625 м<sup>2</sup>. Расположение здания по сторонам света представлено на рисунке 1.

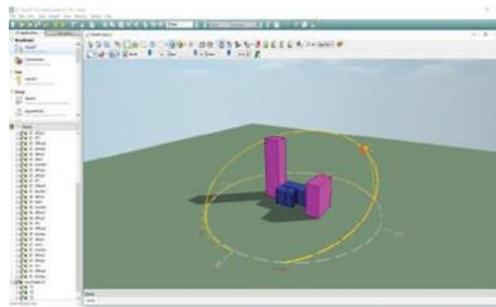


Рисунок 1. Расположения административного здания по сторонам света. Вид с Севера

В здании есть помещения группы помещений с одинаковыми требованиями к микроклимату и временем работы. Наша задача выявить все такие группы и для каждой создать свой набор расписаний и установок. Т.е. описать какие часы для данного типа помещений являются рабочими, а какие не рабочими и какие температуры в эти периоды должны поддерживаться. Поэтому для удобства была создана таблица 1.

Таблица 1

### Зонировка и группировка помещений

Название зоны	Расход воздуха, л/с / м <sup>2</sup> / чел / крат	Внутренние нагрузки			Поддерживаемые параметры, день/ночь, °С		Время работы	Название расписаний
		Люди, м <sup>2</sup> / чел	Оборудование, Вт/м <sup>2</sup>	Освещение, Вт/м <sup>2</sup>	Теплый	Холодный		
Холл	1 крат	0	5	7	-	18	9 - 18, 5/7	01 (SYS)
Коридор, лифтовой холл	1 крат	0	0	6	-	18	9 - 18, 5/7	01 (SYS)
Офис	17 л/с / чел	8	20	12	24/-	20/18	9 - 18, 5/7	02
Лестничная клетка	-	0	0	6	-	16	9 - 18, 5/7	03
Тамбур	0	0	0	5	-	-	9 - 18, 5/7	-
С/у	1 крат	0	10	7	-	20	9 - 18, 5/7	04
Общепит	5,6 л/с / чел	5	5	12	24/-	20/18	9 - 18, 5/7	02

В процессе функционирования здания в нем постоянно меняются внутренние нагрузки от людей оборудования и освещения. Люди приходят – уходят, включают / выключают оборудование и свет. Величина потребляемой энергии и выделяемой теплоты постоянно меняется. Поэтому был разработан и профиль работы здания, соответствующему режиму здания.

Также по [2] заданы параметры ограждающих конструкций.

Система отопления - двухтрубная радиаторная, система вентиляции - приточно - вытяжная, охлаждение - система чиллер - фанкойл.

В результате предварительной настройки были настроены температуры, поддерживаемые для аппаратов в системе вентиляции и отопления, а также расходы. В процессе автосайзинга были рассчитаны и настроены нагрузки на систему отопления и охлаждения в каждом помещении и подобраны соответствующие мощности для аппаратов в системе вентиляции и отопления.

В качестве энергоэффективных мер были применены:

- рекуперация тепла с роторным рекуператором;
- увеличение теплозащитных свойств ограждающих конструкций;
- датчики CO<sub>2</sub>;
- фрикулинг.

Результаты моделирования приведены на рисунке 2.

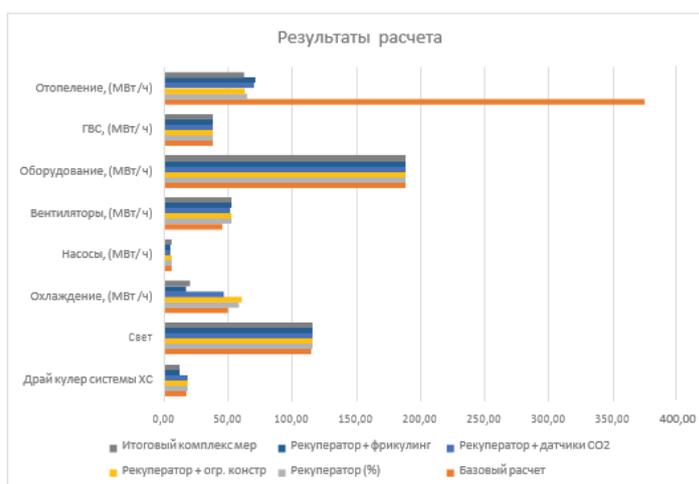


Рисунок 2. Результаты моделирования

Для снижения тепловой энергии с помощью рекуперации снизилось потребление тепла 83 % , но увеличив электрическую нагрузку на охлаждение и вентиляторы, тем самым увеличив общее потребление электроэнергии на 6 % . Рекуперация вместе с улучшением теплоизоляционных свойств, уменьшило потребление тепловой энергии на 3 % , но немного увеличило электропотребление для охлаждения. Рекуперация с датчиками CO<sub>2</sub> значительно снизило электропотребление для охлаждения на 20 % , но увеличив немного тепловую нагрузку. Для электроэнергии эффективна система фрикулинга, так как снизила потребления электроэнергии охлаждения на 60 % .

По результатам получаем, что самыми эффективными мерами оказались - рекуперация, фрикулинг, датчики CO<sub>2</sub>, менее эффективными – теплоизоляция.

\*\*\*

1. СП 23 - 101 - 2004 Проектирование тепловой защиты зданий.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02 - 2003.
3. Денисихина Д., Самолетов М., Храмов А. Новое здание аэровокзала в Симферополе. Практика современного проектирования. // Здания высоких технологий. 2017. № 2. С. 26 – 32. [Электронный ресурс].

Гайнанов И.И.

### Интегральный теплообмен призмы

Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-576

#### Аннотация

В работе проведены исследования процесса интегрального теплообмена призмы в следе при изменении угла атаки воздушного потока.

**Ключевые слова:** интегральный теплообмен, призма, след, угол атаки, воздушный поток, потери.

#### Abstract

The paper studies the process of integral heat transfer of the prism in the trail when the angle of attack of the air flow changes.

**Keywords:** integral heat transfer, prism, trace, angle of attack, air flow, losses.

Схемы расположения исследуемой модели 2 относительно модели 1 при угле атаки воздушного потока  $\varphi = 0^\circ$  представлены на рис. 1.

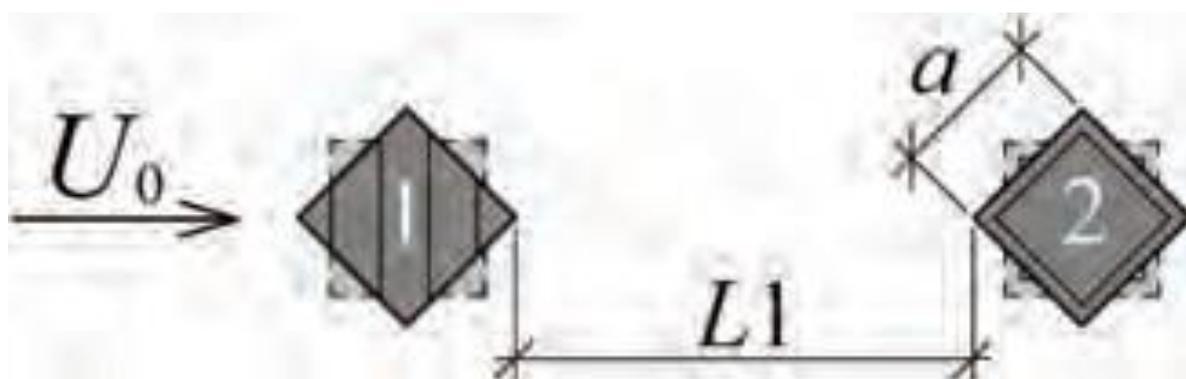


Рис. 1. Схема расположения моделей при изменении расстояния между ними  $L1/a$

Интегральный от всей поверхности коэффициент теплоотдачи характеризует суммарные теплотери модели, поэтому он является важным параметром с точки зрения организации режимов энергосбережения. Эксперименты проводились на аэродинамическом стенде по методике, изложенной в работе [1].

На рис. 2 и 3 представлены обобщающие графики распределения среднего теплообмена по всей поверхности модели 2 при увеличении расстояния  $L1/a$ ,  $\varphi = 0$  и  $45^\circ$ ,  $Re = 4,25 \times 10^4$ . Для сравнения на этих рисунках представлены данные для  $L1/a \rightarrow \infty$ , что соответствовало случаю обтекания одиночной призмы.

Из рис. 2 следует, что при  $\varphi = 0^\circ$  максимальный теплообмен от всей поверхности призмы достигается при расстоянии между моделями  $L1/a = 5,5$ , что на 25 % выше по сравнению с данными для отдельно стоящей модели. При сближении моделей ( $L1/a \rightarrow 0$ ), вследствие образования застойной вихревой ячейки между призмами, конвективный теплоперенос подавляется. При  $L1/a$  от 5,5 до 27,0 происходит снижение степени влияния вихреобразования между моделями, а также сильного отрывного течения, воздействующего на верхнюю часть модели 2, что приводит к снижению среднего теплообмена.

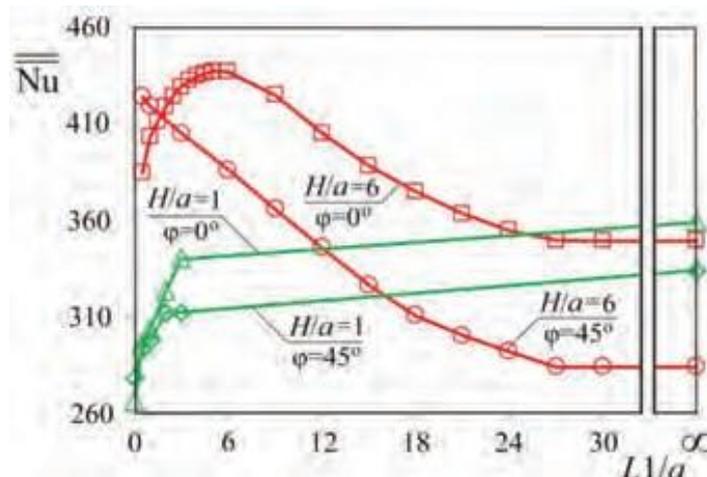


Рис. 2. График распределения среднего теплообмена по всей поверхности модели 2 при увеличении расстояния  $L1/a$ ,  $\varphi = 0$  и  $45^\circ$ ,  $Re = 4,25 \cdot 10^4$ :

- $\varphi = 0^\circ$  (данные н. работы [H/a = 6]);  $\Delta$  –  $\varphi = 0^\circ$  (опыты Коробкова и др.);
- –  $\varphi = 45^\circ$  (данные н. работы [H/a = 6]);  $\diamond$  –  $\varphi = 45^\circ$  (опыты Коробкова и др.)
- –  $\varphi = 45^\circ$  (данные н. работы [H/a = 6]);  $\diamond$  –  $\varphi = 45^\circ$  (опыты Коробкова и др.)

При  $\varphi = 45^\circ$  и расстоянии  $L1/a$  от 0,5 до 27,0 средний коэффициент теплообмена от модели 2 линейно снижается на всем промежутке. При  $L1/a = 0,5$  теплоотдача максимальная, и она на 50 % выше, чем от отдельно стоящей модели. На модель 2 оказывают сильное влияние не только собственные вихреобразования, но и от модели 1, а также сильное отрывное течение, воздействующее на верхнюю часть модели 2. При увеличении  $L1/a$  от 0,5 до 27,0 влияние этих сил ослабевает, и разница между средними от всей поверхности коэффициентами теплообмена отдельно стоящей и позади стоящей в тандеме моделями сокращается.

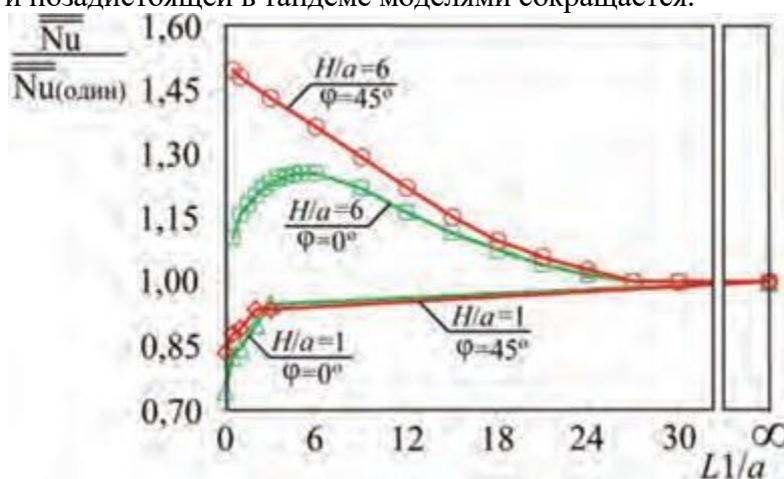


Рис. 3. Теплообмен по всей поверхности модели 2 в зависимости от расстояния  $L1/a$ ,  $\varphi = 0$  и  $45^\circ$ ,  $Re = 4,25 \cdot 10^4$ :

- $\varphi = 0^\circ$  (данные н. р. [H/a = 6]);  $\Delta$  –  $\varphi = 0^\circ$  (опыты Коробкова и др. [2]);
- $\varphi = 45^\circ$  (данные н. р. [H/a = 6]);  $\diamond$  –  $\varphi = 45^\circ$  (опыты Коробкова и др. [2]).

Из рис. 3 видно, что при изменении расстояния между моделями  $L1/a$  угол атаки воздушного потока  $\varphi$  оказывает сильное влияние на величину интегрального теплообмена от всей поверхности модели 2 и в целом повторяет поведение теплообмена на отдельных ее гранях. С увеличением расстояния поведение данных начинает качественно изменяться. Так для  $\varphi = 0^\circ$  интенсивность теплообмена вначале возрастает, достигает максимума при  $L1/a = 5 \div 6$ , а затем плавно снижается до величины отдельно стоящей призмы. При угле атаки  $\varphi = 45^\circ$  теплообмен монотонно снижается с увеличением дистанции между моделями 1 и 2.

Для сопоставления на рис. 3 представлены результаты экспериментов Коробкова и др. [2] по интегральной теплоотдаче тандема кубов. Видно, что эти данные качественно ведут себя

иным образом – вначале, по мере удаления, теплоотдача резко возрастает, а затем при  $L1/a > 4$  этот рост замедляется. Отсутствие подробных данных в этой области не позволяет провести более детального сравнения и анализа результатов измерений, полученных для призмы и куба.

#### ВЫВОДЫ

1. Механизм снижения теплообмена при увеличении расстояния между призмами  $L1/a$ , как свидетельствуют об этом результаты визуализационных наблюдений [3], объясняется снижением воздействия отрывных течений на модель, находящуюся в следе, и уменьшением степени влияния вихреобразования между моделями.

2. В ходе экспериментов было обнаружено наличие сильной интенсификации средних коэффициентов теплоотдачи при изменении расстояния  $L1/a$  между моделями.

3. При изменении расстояния между моделями  $L1/a$  угол атаки воздушного потока  $L1/a$  оказывает сильное влияние на величину интегрального теплообмена от всей поверхности модели.

\*\*\*

1. Терехов В.И. Структура течения и теплообмен от одиночного куба, расположенного на поверхности при различных углах атаки [Текст] / В.И. Терехов, А.И. Гныря, С.В. Коробков // Теплофизика и аэромеханика. – 2010. – Т.17. – № 4. – С. 521–533.
2. Гныря А.И. Результаты визуализации течения воздушного потока вдоль ряда из двух кубов, расположенных на плоскости друг за другом [Текст] / А.И. Гныря, В.И. Терехов, С.В. Коробков // Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 3. – С. 117–124.
3. Мокшин Д.И. Исследование структуры течения воздушного потока ряда квадратных призм при линейном их расположении [Текст] / Д.И. Мокшин, С.В. Коробков // Новый взгляд. Международный научный вестник. – 2014. – № 5. – С. 121–130.

**Гайнанов И.И.**

### **Исследования процесса кондуктивного нагрева слоя древесного материала при различных давлениях среды**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-577

#### **Аннотация**

В работе проведены исследования процесса кондуктивного нагрева слоя древесного материала при различных давлениях среды. Создана экспериментальная установка для исследования кондуктивного нагрева через тепловую трубу.

**Ключевые слова:** дисперсность, порозность, давление среды, теплопроводность, тепловая труба, кондуктивный нагрев.

#### **Abstract**

The paper studies the process of conductive heating of a layer of wood material at different pressures of the medium. The experimental setup for investigating conduction heating through the heat pipe is created.

**Keywords:** dispersity, porosity, medium pressure, heat conductivity, heat pipe, conductive heating.

В настоящее время на предприятиях деревообрабатывающей промышленности одним из основных технологических процессов, оказывающих влияние на качество, себестоимость продукции и продолжительность производственного цикла является сушка древесины, специфические свойства которой (чувствительность к высоким температурам и развитие существенных сушильных напряжений, приводящих к растрескиванию материала) накладывают ограничения по применению высокоинтенсивных способов.

В настоящий момент одним из наиболее перспективных видов биомассы является лесная древесина (или лесные отходы) [1]. Обширные лесные угодья в Сибири могут ежегодно обеспечивать до  $6 \cdot 10^6$  тонн лесной биомассы. Однако российский лесопромышленный комплекс по-прежнему остается ориентированным на сырье.

Процесс теплопередачи осуществляется различными элементарными процессами теплопереноса, происходящими одновременно. В случае процесса теплообмена между поверхностью и газовым теплоносителем необходимо учитывать тепловое излучение. Теплопередача дисперсного слоя материала определяется эффективной теплопроводностью, зависящей от многих факторов: дисперсности, порозности, давления среды, теплопроводности материала.

Наиболее перспективными в области сушки древесины являются вакуумные методы, поскольку позволяют значительно сократить продолжительность по сравнению с традиционными способами, а значит, и снизить себестоимость процесса. Кроме того, возможность ведения сушки при более низких температурах позволяет исключить потемнение древесины и снижение её механических характеристик.

Для исследования процесса кондуктивного нагрева слоя древесного материала при различных давлениях среды создана экспериментальная установка (см. рис.).

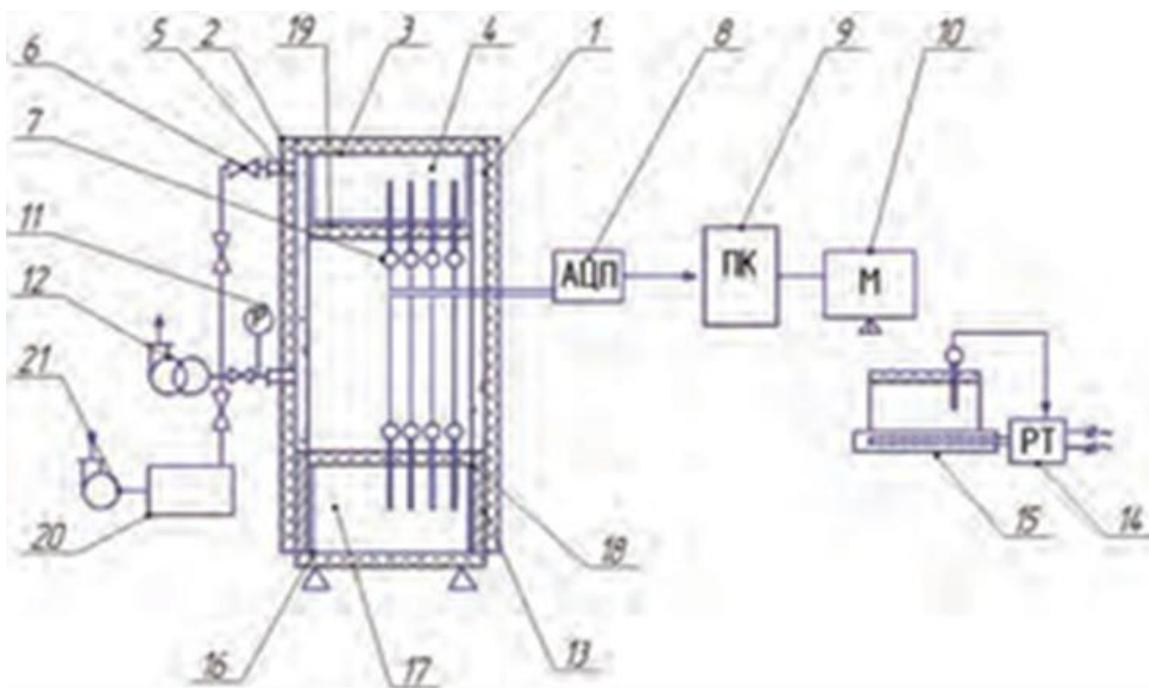


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования кондуктивного нагрева через тепловую трубу

Основным элементом установки является тепловая труба – 1, выполненная в виде цилиндра и теплоизолированная снаружи – 2. Полость цилиндра закрыта теплоизолированными крышками сверху – 3 и снизу – 16 и сообщена линией вакуумирования с ротационным вакуумным насосом – 12. В нижней и верхней части полости цилиндра размещены емкости 16, 19, заполненные испытуемым древесным материалом – 4, 17. В центральной части исследуемого материала – 4, 17 равномерно от цилиндра к периферии расположены по четыре хромель - котловых термопар – 7, которые через аналого - цифровой преобразователь (АЦП) – 8 передают информацию о температуре материала в персональный компьютер – 9 с монитором – 10. Избыточное давление создается сжатым воздухом, поступающим из ресивера – 20. Разрежение создается ротационным вакуумным насосом – 12.

Исследования проводятся в следующем порядке. Сначала тепловая трубка приводится в рабочее состояние. В полость тепловой трубки – 1 заливается на уровень высоты емкостей 16, 19 жидкость с высокой температурой кипения этиленгликоль. Затем полость тепловой трубки через

штуцер 5 при открытом вентиле 6 вакуумируется с помощью вакуумного насоса 12. После удаления из полости – 1 воздуха тепловая труба герметизируется и теплоизолируется. После подключения хромель - котловых термопар к АЦП, а полости цилиндра тепловой трубы к вакуумному насосу – 12 или ресиверу – 21 установка становится готовой к проведению исследований.

Перед началом эксперимента емкость с исследуемым материалом, например с активированным углем, устанавливается на электрическую плитку и прогревается до заданной температуры, не превышающей температуру самовоспламенения, затем теплоизолируется снизу и устанавливается в нижнюю часть тепловой трубы. Кинетика применений температур материалов по слоям фиксируется персональным компьютером и графически отображается на дисплее – 11.

Исследование прекращается при стабилизации тепловых потоков в охлаждаемом 17 и нагреваемом 4 материалах, размещенных в емкостях 16,19. Установка позволяет фиксировать теплоперенос при различных остаточных давлениях среды, фиксируемых диффманометром – 11 и создаваемым с помощью вакуумного насоса 12 или компрессора – 20.

Результаты исследований будут востребованы при проектировании рекуперативных теплообменов, применяемых во многих технологических процессах переработки древесных материалов.

\*\*\*

1. Сафин, Р.Г. Математическая модель процесса сушки капиллярно - пористых материалов в режиме вакуумного осциллирования / Сафин Р.Г., Лашков В.А., Голубев Л.Г. ИФЖ. - 1990. - Т.59. - № 1. - С. 164 - 165.
2. Сафин, Р.Г. Термическая переработка древесных отходов сжигани-ем / Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Зиятдинова Д.Ф., Ахметова Д.А., Степанова Т.О. // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 23. С. 56 - 59.
3. Тунцев, Д.В. Ресурсосберегающая технология утилизации отработанных деревянных шпал / Д.В. Тунцев, М.Р. Хайруллина // Деревообрабатывающая промышленность. – 2015.– № 3. – С. 47 - 49

**Грибков В.А.**

**Накопители энергии в энергосети**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-578

#### **Аннотация**

В статье рассмотрены различные виды накопителей энергии. Их преимущества и недостатки, а также их возможности, особенности и методы применения.

**Ключевые слова:** энергия, накопление энергии, аккумуляторная батарея, энергонакопитель, гидроэлектростанция.

#### **Abstract**

The article deals with different types of energy storage devices. Their advantages and disadvantages, as well as their capabilities, features and methods of application.

**Keywords:** energy, energy storage, storage battery, energy storage device, hydroelectric power plant.

Накопление энергии — это аккумуляция энергии для дальнейшего ее использования. Устройства, которые хранят энергию, обычно называются аккумуляторами или батареями. Аккумуляторные батареи - устройства таких накопителей энергии (энергонакопителей), в которых хранится химическая энергия, легко преобразуемая в электричество в дальнейшем для работы.

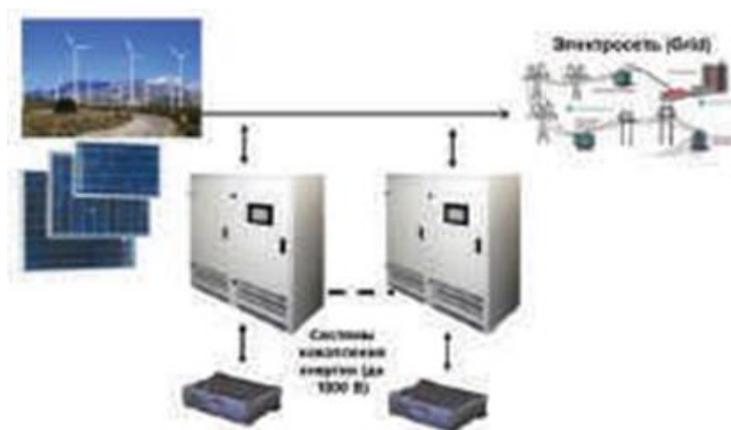


Рис. 1. Способы накопления энергии

По данным статистики 2016 года, электросеть от гидроэлектростанции (ГЭС) считается одним из крупнейших типов электросети. Хотя ГЭС непосредственно не накапливает энергию из других видов источников, она ведет себя эквивалентно, при этом сокращая производство в период избытка электроэнергии, получаемой из других источников. Гидроэлектростанция включает в себя классическую генерацию энергии от других ГЭС.

Основные методы накопления энергии в электросети:

- жидкий воздух;
- сжатый воздух (пневматические аккумуляторы);
- батареи (аккумуляторные);
- плотины ГЭС;
- преобразование энергии в газ (2 способа);
- тяжелый маховик.

Рассмотрим подробнее каждый из выше приведенных методов.

Жидкий воздух, который также является одним из способов накопления энергии. Она позволяет превращать энергию в жидкость, которую допустимо хранить и при необходимости расширять, вращая турбину и вырабатывая электроэнергию. Эффективность данного метода аккумулирования энергии превышает 70 %.

Для сжатия воздуха и для последующего производства электроэнергии в пневматических аккумуляторах используют избыточную энергию. Сжатый воздух в основном хранится в подземном резервуаре. Что касается их принципа их работы, то он достаточно прост. Сперва воздух сжимается помощью насоса, далее закачивается в резервуар. Главным недостатком пневматических аккумуляторов является КПД, которая не превышает 55 %.

Обычные свинцово - кислотные аккумуляторы, выравнивающие энергопотребление, не подходят для накопителей. Все это связано с тем, что с малым количеством циклов заряда - разряда, а также из - за испарения электролита необходимо обслуживание аккумуляторов, что приходится регулярно доливать дистиллированную воду. Гелевые аккумуляторы применяются в солнечных электростанциях небольшой мощности. И в них электролит находится не в форме жидкости, а в форме геля. Основное преимущество - аккумуляторы не требуют обслуживания. КПД в таких разработках скопления энергии составляет 70 - 83%.

Плотины гидроэлектростанций (ГЭС) с большими резервуарами имеют все шансы для улучшения обеспечения выработки энергии во время час пика. Вода хранится в резервуаре во время периодов маленькой нагрузки и протекает сквозь ГЭС при увеличении спроса. Можно сделать вывод, что она идентична с гидроаккумулятированием, но получается, что мы не имеем утрат при закачке. В зависимости от размеров (объемов) резервуара электрическая станция имеет возможность гарантировать изменение нагрузки в течении дня, недели или даже сезона. Почти все плотины ГЭС (как запруда Гувера, которая была построена в прошлом веке в 1930-х годах) всерьез стали неактуальными, так как они были спроектированы за Тенденции развития науки и образования – 65 – несколько десятилетий до возникновения этих неистоощимых

источников энергии, как ветер или же солнце. Изначально плотины ГЭС возводились для обеспечения базовой нагрузки, которая сходит на генераторы станции, калиброванных под средний размер стока воды в резервуар. Установка свежих генераторов на похожую дамбу повысит вместимость пиковой исходящей энергии, и получается, что её вместимость возрастёт в необходимой степени, дабы она стала вероятным средством накопления энергии в энергосети. Бюро мелиорации USA доложило, собственно, что для совершенствования имеющихся место быть дамб понадобится 70\$ за кВт ёмкости, в то время как подобные издержки на нефтяные пиковые генераторы превосходят 400\$ за кВт. Хотя усовершенствованные гидроэлектростанции непосредственно не сохраняют избыточную энергию других генераторов, они проявляют себя аналогично из-за накопления топлива в виде поступающей речной воды при большом объеме производства энергии. Таким образом, работая, практически, как накопитель энергии для электрической сети, усовершенствованная плотина считается одной из наиболее эффективных форм энергосбережения, поскольку нет потерь при закачке воды для заполнения, но есть затраты на испарение и, конечно же, утечку. Плотина с большим водохранилищем, в соответствии с этим, обладает способностью сохранять и высвобождать большое количество энергии, тем самым контролируя расходы реки и увеличивая и, соответственно, понижая уровень воды в водохранилище в пределах нескольких метров. Ограничения на использование подобных плотин не являются редкостью в спорах по водному праву, направленных на ограничение воздействия низового уровня на реки. Например, энергетические сети, которые питаются от базовой нагрузки тепловых электростанций (ТЭС), атомных электростанций (АЭС) или ветряных электростанций (ВЭС), которые производят избыточную энергию в ночное время, плотины по-прежнему должны сливать много воды для поддержания нормального значения воды в реках независимо от того, подается ли ток или нет

Метод преобразования энергии в газ - это технология, позволяющая преобразовывать электрическую энергию в газовое топливо. Существуют 2 способа преобразования. Первый метод использует электричество для разложения воды и ввода полученного водорода (H<sub>2</sub>) в хранилище природного газа. Второй, наименее эффективный метод, который используется для преобразования углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и воды (H<sub>2</sub>O) в метан (CH<sub>4</sub>), путем электролиза и реакции Сабатье.

Также накапливать электроэнергию можно в механическом виде. Для этого нужно раскрутить тяжелый маховик, и он некоторое время будет вращаться, который в дальнейшем приведет в действие генератор. Чтобы не мешало трение воздуха тяжелый маховик вращается внутри герметичного кожуха, из которого откачан воздух. КПД такого способа достигает 98 %.

\*\*\*

1. «Методы накопления энергии в электросети», Алиев С.Р., Шляхтин Е.А.
2. Накопители энергии для эффективной работы энергосистемы, 27.06.2019, <https://www.elec.ru/articles/nakopiteli-energii-dlya-effektivnoj-raboty-energossistemy/>
3. Накопление энергии, 13.08.2020, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Накопление\\_энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/Накопление_энергии)

**Захир Б.Ш.**

**Энергетика в качестве хозяйственного механизма**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-579

#### **Аннотация**

В статье проанализированы три потока ресурсов. Для повышения и эффективного функционирования текущей экономики, основанной на знаниях и инновациях, надлежит согласование и баланс всех трёх её потоков.

Цель работы: рассмотреть энергетические ресурсы как часть хозяйственного механизма.

**Ключевые слова:** энергетика, нефть, информационные ресурсы, потоки, материальные ресурсы, энергетические ресурсы.

### **Abstract**

The article analyzes the three flows of resources. To increase and effective functioning of the current economy, based on knowledge and innovation, it is necessary to coordinate and balance all three of its flows.

Purpose of the work: to consider energy resources as part of the economic mechanism.

**Keywords:** energy, oil, information resources, flows, material resources, energy resources.

Для поддержания и развития своей жизнедеятельности люди пользуются тремя потоками ресурсов: энергетическими, материальными и информационными. Прогресс человечества ведёт к возрастанию всех потоков и сопровождается различными проблемами, связанными как с истощением ресурсов, так и взаимодействием всех этих потоков между собой и природной средой.

Энергетические ресурсы — это все источники разнообразных видов энергии, доступные для промышленного и бытового использования в энергетике. Энергетические ресурсы делятся на невозобновляемые, возобновляемые и ядерные. Источником неиссякаемого потока энергии на Земле в человеческих масштабах времени является солнечная энергия, используемая в виде непосредственного потока излучения Солнца (включая фотосинтез) или накопленных ранее и тем самым не возобновляемых ресурсов — прежде всего запасов углеводородного топлива. Эффективное использование исчерпаемых ресурсов, служащих основой современной экономики, требует все большего количества дешёвой и качественной энергии, единственным приемлемым по масштабу и экологическим требованиям источником которой является ядерная энергетика.

Материальный поток (МП) — находящиеся в состоянии движения материальные ресурсы, незавершенное производство, готовая продукция, к которым применяются логистические операции или функции, связанные с физическим перемещением в пространстве. Материальное производство является главным потребителем энергии интеллектуальной деятельности человека в виде разрабатываемых технологий, создания машин, товаров и оказываемых услуг. В перспективе оно обязательно потребует в силу принципиальной ограниченности ресурсной базы замыкания через использование нанотехнологий для создания материалов с заданными свойствами, машин, процессов, продуктов и плазменных технологий для возвращения материального потока в начальное состояние (атомарное или молекулярное). Сегодня отходы человеческой деятельности накапливаются с такой скоростью, что природа не справляется с ними приемлемым для нас образом. Накопленные природой ресурсы становятся все более труднодоступными, а естественные природные процессы развиваются в опасных и непредсказуемых направлениях.

Информационный поток применяется для контроля, управления и прогнозного моделирования остальных потоков. Материальное производство является основным потребителем ресурсов и интеллектуальной исполнительности человека в виде технологий, изобретения машин, товаров и услуг. Согласно принципиальной ограниченностью ресурсной базы в далёкой перспективе оно обязательно потребует замыкания цикла использования различных материалов

Для повышения и эффективного функционирования текущей экономики, основанная на знаниях и инновациях, надлежит согласование и баланс всех трёх её потоков.

Эпоха великих геологических открытий, по - видимому, завершена. Сегодня завершается эра экстенсивного развития из - за роста потребления известных природных ресурсов при всё более масштабном пользовании органического топлива. Источником эффективности экономического механизма в эту эру был своего рода геологический принцип, по которому при увеличении вложения средств в два раза, добыча ресурсов возрастала как минимум пять раз. Оказалось, что эта связность работает до того момента, пока не

использована примерно треть разведанных ресурсов; далее эффективность вложений в добычу существенно падает, а ресурсы дорожают.

За последние 30 лет прошлого века мировое потребление энергетических ресурсов выросло почти в два раза и превысило 11 миллиардов тонн нефтяного эквивалента. При этом использование нефти выросло почти на 48 %, а природного газа в 2,4 раза. По информации Мирового энергетического агентства, в конфигурации всемирного потребления первичной энергии органическое топливо составляет приблизительно 85 % .

В то же время возрастает точка непредвиденности природных и социальных процессов, переплетенных обратными связями между разнообразными отраслями хозяйственной деятельности. В условиях игнорирования долговременными интересами общества и ориентации на кратковременные экономические успехи и политические победы сохранение достигнутого уровня жизни в развитых странах становится фактически нереальной в долговременном плане задачей. Более того что доступ к истощаемым ресурсам затрудняется, а их экологические и технологические качества уменьшаются.

Современный уровень востребованности энергетических ресурсов главным образом сосредоточен на потреблении запасённого за миллионы лет органического топлива, продуктов фотосинтеза, возобновляемых ресурсов (гидро-, ветер, геотермальные источники). В скромных масштабах включён в этот цикл процесс деления ядер, только начато освоение термоядерного синтеза, но именно эти два процесса способны обеспечить практически любой масштаб и экологическую приемлемость производства энергии требуемого для человека качества.

Россия обладает значительной частью запасов углеводородного топлива, и в обозримом будущем оно, как и сейчас, будет составлять основу нашего экспорта, поэтому нам, в условиях естественных ограничений масштабов добычи и транспорта энергоресурсов, необходимо для сохранения эффективности нашей экономики сократить потребление природного газа в электроэнергетике за счёт использования ядерной энергии.

Дальнейшее развитие системы хозяйствования требует глубокого и интенсивного использования науки. Она нужна как для обнаружения и поиска ресурсов и инновационных технологий, и их преобразованием в товары и услуги окончательного потребления, так и для создания безопасности развития через более точное прогнозирование. Механизмы прогнозирования отвечают за оценку допустимых путей и масштабов развития, построение коридоров допустимых изменений основных параметров природной и социальной сфер жизни общества, оценку последствий принимаемых решений, поиск мер, шагов, технологий, ресурсов для покрытия неблагоприятных последствий крупной человеческой деятельности и устранения трагических социальных и природных процессов и явлений.

Основа эффективности и безопасности энерготехнологии заключается в её способности сохранять достигнутый уровень обеспечения жизненно важных потребностей, а также в обеспечении возможности прогрессивного развития с учётом экологических ограничений. И если ранее развитие технологий было связано с увеличением её масштабов на основе научных и геологических достижений, то теперь проявились проблемы, без решения которых масштабное использование энерготехнологий становится проблематичным, устойчивое развитие — невозможным. Необходимым условием устойчивого развития сейчас является рост возможности адекватного реагирования (компенсирующие действия, коррекция постановки задачи, изменение направлений развития) на постоянно происходящие изменения в социальной, политической и природной сферах

Одних финансовых инструментов управления этими потоками не достаточно. Движению финансов должны предшествовать моделирование, осознанное принятие решений в условиях, когда целью является устойчивое развитие общества с учётом все более жёстких ограничений. В настоящей статье предлагаются оценки фундаментальных связей энергетики и экономики, излагаются требования к энергетике, предъявляемые мировой экономикой, и влияние на экономику ресурсных и технологических возможностей энергетики XXI века.

Изучение проблем энергетики, её развития и эволюции показало, что ключевая информация, определяющая доминантную часть современного развития, сосредоточена в динамике валового продукта и потреблении энергии.

В таких условиях нужна разработка долгосрочной политики, нацеленной на переход от фазы развития путём постоянного увеличения добычи ресурсов к фазе масштабного гармоничного развития, направленный на результат стабильности и безопасности продовольственной, энергетической и экономической сферах на основании системного подхода к решению имеющихся и прогнозируемых долгосрочных масштабных проблем. Наряду с этим произойдёт смена приоритетов: вместо прироста экономических индикаторов (типа ВВП и капитализации) ориентирами станут такие показатели, как перспектива адекватного реагирования на изменения, обычно происходящие в социальной, экономической и природной сферах.

Сейчас электроэнергетика – одна из базовых отраслей национальной экономики, ее доля в промышленном производстве страны, оцененная по объему ВВП, колеблется в последние годы около 10%. Региональное размещение генерирующих мощностей неравномерно, и вклад отрасли в производство различных регионов страны варьируется от 1% до 50% ВРП. При этом в половине субъектов Федерации доля энергетики близка к среднероссийской, в пятой части регионов – не превышает 10%, примерно в 1/3 составляет от 20% до 30%, а в 10 регионах превышает 30% промышленного производства [1].

\*\*\*

1. Статья: «В поисках энергетической парадигмы» опубликована в журнале «Нефть России» (№10, Октябрь 2009).
2. Е. П. Велихов «ТРУДЫ МФТИ», Том 3, № 4, 2011 г.

**Мамелин А.И., Голов П.В.**

**Метод риск-анализа для прогнозирования технического состояния  
электрооборудования трансформаторных подстанций**

*Научный исследовательский университет «Московский Энергетический Институт»  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-580

**Аннотация**

В статье рассмотрены особенности использования метода риск-анализа для прогнозирования технического состояния электрооборудования трансформаторных подстанций. Отдельное внимание уделено методике расчета индекса работоспособности и индекса критичности оборудования.

**Ключевые слова:** надежность, риск, работа, трансформатор, оборудование, обслуживание.

**Abstract**

The article considers the peculiarities of using the method of risk analysis for forecasting the technical condition of electrical equipment of transformer substations. Special attention is paid to the method of calculation of serviceability index and criticality index equipment.

**Keywords:** reliability, risk, operation, transformer, equipment, maintenance.

Надежная работа электрооборудования трансформаторных подстанций – это один из ключевых факторов, определяющий стабильное электроснабжение потребителей. Силовые трансформаторы являются основными элементами электрических сетей и систем, от которых зависит устойчивость и экономичность их функционирования [1]. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что ухудшение технического состояния оборудования подстанции представляет собой одну из ключевых причин роста случаев выхода из строя

сетей в целом.

В результате сокращения капитальных затрат на обслуживание электрических сетей в условиях бюджетного дефицита многие трансформаторы приближаются к концу своего технического срока службы, а некоторые из них уже достигли максимально возможной границы безаварийной работы.

Таким образом, проблема переоборудования и реконструкции оборудования подстанции, учитывая моральный износ и старение основных агрегатов, имеет в современных условиях решающее значение для обеспечения надежности и живучести электроэнергетики. Задача, стоящая перед отраслью сегодня, заключается в максимально эффективном использовании существующих активов без снижения качества обслуживания клиентов и одновременного повышения ценности для заинтересованных сторон. Это требует от менеджеров по эксплуатации и техническому обслуживанию полного понимания вероятного состояния изношенных и часто сильно загруженных агрегатов. Во многих случаях такая ситуация требует использования более прогрессивных подходов к прогнозированию технического состояния электрооборудования трансформаторных подстанций, которые позволяют проводить диагностику и непрерывный онлайн-мониторинг силовых трансформаторов, используя комбинацию неразрушающего контроля (NDE) и инновационных методов контроля.

Более подробное рассмотрение обозначенной проблематики и определяет актуальность, а также теоретическую и практическую значимость статьи.

Ключевые аспекты, связанные с обеспечением надежности подстанций в процессе передачи и распределения электроэнергии рассматриваются в работах Гиниятуллина Р.Ф., Мироновой Е.А., Волгушева П.А., Бурнаева А.И., Wang, Shifeng; Ding, Xueyong; Tan, Qingji; Cao, Wenming.

Над методами оценка исправности и технического состояния трансформаторов подстанции работают такие авторы как Иванов Д.А., Садыков М.Ф., Ярославский Д.А., Karnati, Ramya; Ten, Chee-Wooi; Lee, Soonwoo.

Однако, несмотря на имеющиеся труды и наработки, ряд вопросов в данной предметной плоскости остается открытым и требует более детального анализа. В частности, особого внимания заслуживает развитие междисциплинарного подхода для обнаружения, локализации и оценки множественных неисправностей трансформаторов и электрооборудования.

Принимая во внимание вышеизложенное, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей и специфики использования метода риск-анализа для прогнозирования технического состояния электрооборудования трансформаторных подстанций.

Процесс менеджмента эксплуатации оборудования подстанций с использованием метода риск-анализа предполагает реализацию последовательно связанных этапов управления: обмен информацией между внутренними и внешними участниками процесса, идентификация и оценка рисков, разработка и внедрение управляющих решений, совершенствование менеджмента эксплуатации оборудования подстанций благодаря контролю за фактическим состоянием управляемого процесса с учетом допустимого значения риска [2].

Для оценки рисков необходимо их выявить и количественно оценить, а также построить систему управления рисками. Оценка рисков состоит из нескольких этапов: 1) идентификация рисков; 2) описание, анализ и количественная оценка сценариев рисков; 3) изучение последствий риска на основе моделирования, обратной связи и экспертных оценок; 4) классификация и определение приоритетности рисков; 5) разработка мероприятий по управлению рисками.

Опираясь на главные принципы теории рисков, разработаем модель и методику анализа эксплуатации силового электрооборудования. В виде целевой функции будем использовать качество эксплуатации оборудования трансформаторной подстанции. Функцию можно представить в виде вектора основных показателей эксплуатации:

$$\bar{Z}(t) = (D_k(t), B_{\Sigma}(t), B_i(t), T_i(t))$$

где  $D_k$  – результаты диагностирования технического состояния электрооборудования;  $B_{\Sigma}(t)$  – общее количество отказов электрооборудования;  $B_i(t)$  – количество отказов  $i$ -того элемента электрооборудования;  $T_i(t)$  – длительность отказа  $i$ -того элемента электрооборудования.

Качество эксплуатации зависит от условий эксплуатации электрооборудования, которые можно описать следующим вектором:

$$X(t) = (A(t), P(t))$$

где  $A(t)$  - технико-экономические показатели работы подстанции;  $P(t)$  - вектор управляемых воздействий, который характеризует процесс эксплуатации оборудования.

Также в рамках риск-анализа целесообразно рассчитывать «индекс работоспособности» электрооборудования трансформаторных подстанций. В трансформаторе есть несколько подсистем, состояние которых имеет значение для определения общего состояния оборудования, такие как: обмотки, магнитопровод (сердечник), вводы, система охлаждения, система консервации, устройство РПН, система защиты и т.д. Расчет «индекса работоспособности» основывается главным образом на имеющихся данных испытаний и эксплуатационных наблюдениях.

Чтоб продемонстрировать как на практике рассчитывается «индекс работоспособности», возьмем для примера упрощенную формулу, состоящую всего из 2 членов (ключевых параметров наблюдения):

$$H1 = X\% \frac{\sum_{j=1}^n K_j S_j}{\sum_{j=1}^n 4K_j} + Y\% \frac{\sum_{j=n+1}^n K_j S_j}{\sum_{j=n+1}^n 4K_j}$$

где  $S_j$  - балл, соответствующий параметру « $j$ »;

$K_j$  – «весовой коэффициент», соответствующий параметру « $j$ »;

$j$  - номер диагностического параметра, используемый для расчета «индекса работоспособности» при  $X(\%) + Y(\%) = 100(\%)$ .

В вышеприведенной формуле первый член - это вклад «индекса работоспособности», рассчитанного для различных компонентов электрооборудования, за исключением, например, устройства РПН, в глобальный «индекс работоспособности» трансформаторной подстанции (НП). Второй член - это вклад «индекса работоспособности» уже устройства РПН в глобальный «индекс работоспособности» трансформаторной подстанции (НП).  $X$  и  $Y$  — это весовые коэффициенты (в %) этих двух показателей для нахождения глобального «индекса работоспособности» трансформаторной подстанции.

Для расчетов индивидуальных «индексов работоспособности» электрооборудования и глобального индекса подстанции в целом могут использоваться данные таблицы 1.

Таблица 1

*Пример балльной оценки диагностических параметров глобального «индекса работоспособности» и весовые коэффициенты ( $K_j$ ), присвоенные каждому параметру*

№ п/п	Параметр состояния электрооборудования $K_j$	$K_j$	№ п/п	Параметр состояния электрооборудования $K_j$	$K_j$
1	Анализ растворенного газа	10	10	Анализ частотных характеристик	6
2	История нагрузки	10	11	Соединение сердечника с землей	2
3	Коэффициент диэлектрических потерь трансформатора	10	12	Состояние системы резервирования	1
4	Инфракрасная термография	8	13	Коррозия главного резервуара	1
5	Качество масла	8	14	Состояние охлаждающего оборудования	3
6	Содержание фурановых соединений	9	15	Состояние втулок	7
7	Возраст	4	16	Утечки масла	2
8	Реактивность утечки	8	17	Качество масла для кран-буксы	3
9	Соппротивление обмотки	8	18	Состояние контактов кран-буксы	5

Также в рамках риск-анализа представляется целесообразным рассчитывать «индекс критичности». Это индекс, созданный для учета относительной важности события, такого как отказ трансформатора, в различных ситуациях, которые облегчают или затрудняют замену вышедшего из строя оборудования, в зависимости, например, от наличия запасных частей для замены вышедших из строя, сложности перемещения трансформатора из-за его габаритов, сложности ремонта из-за проблемной доступности или отсутствия деталей для выполнения ремонта.

«Индекс критичности» позволяет отразить стратегическую важность трансформатора в сети. Таким образом, объединив «индекс работоспособности» и «индекс критичности» и изобразив оба показателя на графике, можно идентифицировать трансформаторы, которые находятся в рабочем состоянии и могут продолжать свою обычную программу технического обслуживания, а также те, которые требуют немедленного дальнейшего тестирования и/или проверки, чтобы принять решение о наиболее подходящих корректирующих действиях, которые следует предпринять (см. рис. 1).

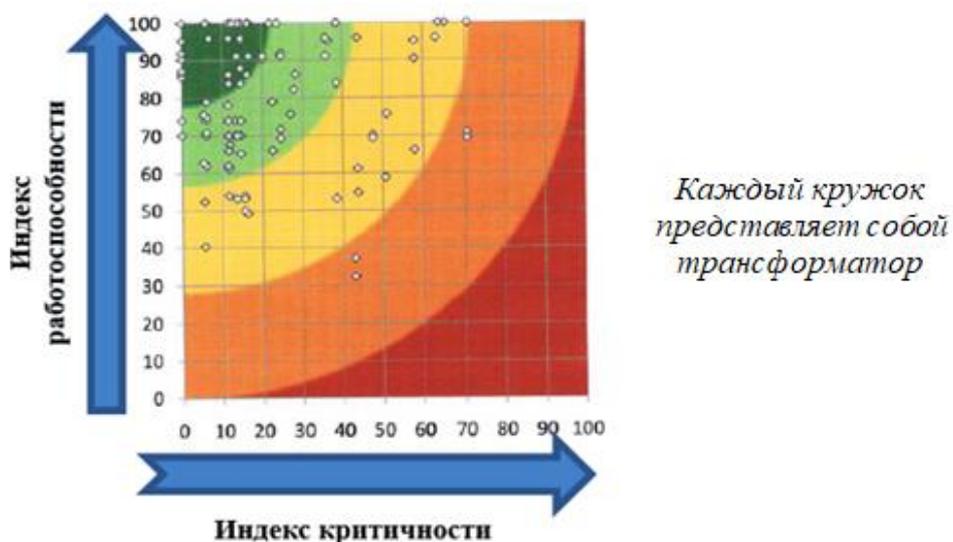


Рис. 1 Состояние парка трансформаторов

Таким образом, в процессе исследования рассмотрена функциональная стратегия риска-менеджмента для дальнейшего усовершенствования эксплуатации электрооборудования трансформаторных подстанций путем повышения качества и эффективности системы технического обслуживания и ремонта. Предложенная стратегия базируется на методе риск-анализа, который обеспечивает оценку качества обслуживания оборудования и его основных узлов благодаря расчету индекса работоспособности и индекса критичности, что является важным фактором для улучшения работы трансформаторов, продления срока их службы, снижения затрат и принятия наилучших технических и экономических решений.

Расчет обозначенных индексов основан на конкретных диагностических параметрах, которым присваивается балл и коэффициент взвешивания. На основании полученных данных можно получить информацию о пригодности оборудования к дальнейшей эксплуатации.

Достоинством описанного в статье метода является возможность выявлять трансформаторы с одновременно большим риском повреждения из-за плохого технического состояния, а также трансформаторы, расположенные на наиболее критичных с точки зрения надежности сети подстанциях. Применяя риск-ориентированный подход в управлении активами, с одной стороны, можно поддерживать на должном уровне надежность электрических сетей, а с другой стороны, оптимизировать затраты на инвестиционные программы замены оборудования — направляя средства целевым образом на

трансформаторы с максимальным износом и максимально критичные для работы сети.

\*\*\*

1. Хаев А.Л. Оценка сроков службы электрического оборудования станции и подстанции // Наука и образование сегодня. 2022. № 1 (70). С. 43-48.
2. Wang, Jianguo Online Monitoring of Electrical Equipment Condition Based on Infrared Image Temperature Data Visualization // IEEJ transactions on electrical and electronic engineering. 2022. Volume 17: Issue 4; pp 583-591.
3. Monitoring electrical systems data-network equipment by means of Fuzzy and Paraconsistent Annotated Logic // Expert systems with applications. 2022. Volume 187; pp 89-93.

**Маслов Д.П.**

### **Обзор устройств для определения мест повреждения кабельных линий**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-581

#### **Аннотация**

В сельских электрических сетях большое распространение получили устройства для определения мест повреждения на кабельных линиях. Так как отключение линии при устойчивых повреждениях связано с недоотпуском электроэнергии, что влечёт за собой материальный ущерб, наносимый потребителям; простой людей и оборудования; нарушение нормальной жизнедеятельности людей; перерасход топлива при работе резервных электростанций и т.д.

**Ключевые слова:** повреждения, кабельные линии, электрические сети, короткое замыкание, источник питания.

#### **Abstract**

Devices for fault location on cable lines are widespread in rural power grids. Since line disconnection at steady faults is associated with underdelivery of electric power, which entails material damage to consumers; downtime of people and equipment; disruption of normal life activity of people; overconsumption of fuel during standby power plants, etc.

**Keywords:** damage, cable lines, electrical networks, short circuit, power supply.

Устройства для ускорения поиска и определения мест коротких замыканий по принципу действия можно разделить на две группы:

1) Фиксирующие приборы для определения расстояния до места повреждения, автоматически измеряющие и фиксирующие соответствующие электрические величины во время аварийного режима;

2) Устройства для определения поврежденных участков линий, контролируют и фиксируют изменения электрических величин.

В сельских сетях напряжением 10 кВ нашли применение приборы типа ФИП (ФИП-1, ФИП-2, ФИП-Ф), ЛИФП, а также устройство типа ФМК-10.

Требования к фиксирующим приборам:

- измерение необходимо закончить до начала отключения поврежденных участков линии от релейной защиты, в течение порядка 0,1 с;
- прибор должен сохранять значение зафиксированной электрической величины в течение времени, достаточного для прибытия на подстанцию (без постоянного дежурства) оперативной выездной бригады, не менее 4 ч.;
- должен предусматриваться автоматический селективный запуск приборов, чтобы контролируемая величина была зафиксирована только при аварийных отключениях линии.

Наибольшее распространение получили фиксирующие приборы с электрической памятью, основанные на использовании запоминающего конденсатора. При этом во время процесса короткого замыкания запоминающий конденсатор быстро заряжается до напряжения, пропорционального значению фиксируемого тока короткого замыкания (или соответствующего

ему напряжения). Затем к нему подключается считывающее устройство, управляющее элементом с долговременной памятью.

Для того чтобы каждый раз при аварийном режиме не проводить расчёты, используют эквитоковые кривые. Предварительно рассчитав токи короткого замыкания для большого числа точек каждой отходящей линии, на схему линии наносят эквитоковые кривые.

Устройства для определения поврежденных участков устанавливают в месте разветвления линии – не первых опорах после точки разветвления.

Указатель типа УКЗ выполнен в виде исполнительного блока, содержащего магнитный датчик, электронную схему управления и магнитный индикатор. При возникновении короткого замыкания за местом установки указателя он срабатывает за счёт броска тока, в результате чего флажок индикатора поворачивается к наблюдателю стороной, окрашенной в ярко оранжевый цвет, и остается в таком положении при отключении линии защитой.

Однофазные замыкания на землю – наиболее частый вид повреждения. Однако необходимо максимально быстро определить место и устранить повреждение, так как однофазное замыкание может перейти в двойное.

Применение локационных искателей позволяет определить места повреждения методом измерения времени распространения электрических импульсов по линии.

Неавтоматические локационные искатели (ИКЛ-5, Р5-1А) подключается с помощью изолированных штанг к проводу отключенной для измерения линии. В линию посылают электрический импульс. В месте повреждения импульс отражается от неоднородного волнового сопротивления и приходит к началу линии.

Отраженный сигнал наблюдается на экране ЭЛТ, где по числу масштабных меток определяют расстояние до места повреждения. Неавтоматические импульсные локационные искатели непригодны для поиска мест с неустойчивыми повреждениями. Этот недостаток устраняется при применении автоматических локационных искателей типа Р5-7, УИЗ-1, УИЗ-2 или ЛИДА (локационный искатель дискретного действия автоматический).

В нормальном режиме приборы находятся в режиме ожидания. В момент возникновения повреждения на одной из линий, обслуживаемых искателем, соответствующее реле выбирает повредившуюся линию и автоматически подключает к ней искатель. Запись результатов измерения производится на запоминающее устройство.

Сначала устанавливают характер повреждения, отключив кабельную линию от источника питания. Также от линии отключают все электроприемники и с обоих её концов мегомметром измеряют сопротивление изоляции каждой токоведущей жилы по отношению к земле и между каждой парой жил, а также убеждаются в отсутствии обрыва токоведущих жил. Затем определяют зону повреждения, а после – место повреждения уже непосредственно на трассе.

\*\*\*

1. Кучеренко Д.Е., Грищенко Д.Н. Надежность источника питания в системе электроснабжения. В сборнике: Научный поиск в современном мире. Сборник материалов 9-й международной научно-практической конференции. Махачкала, 2015. С. 35-36.
2. Кудряков А.Г., Кучеренко Д.Е., Кочубей Е.А. Надежность источника питания в системе электроснабжения агропромышленного комплекса. В сборнике: Фундаментальные и прикладные науки сегодня. Материалы IV международной научно-практической конференции. Научно-издательский центр «Академический». North Charleston, SC, USA, 2014. С. 135.
3. Савенко А.В., Тропин В.В., Кучеренко Д.Е. Нетрадиционные средства энергоаудита электрических сетей. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы V Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Трушкина. 2014. С. 286-291.
4. Кучеренко Д.Е. Повышение надежности электрических сетей в сельских районах России. В сборнике: НАУЧНЫЙ ПОИСК В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 32-33.
5. Кудряков А.Г., Кучеренко Д.Е., Кочубей Е.А. Оптимизация распределительных электрических сетей. В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК. Под общ. ред. Трушкина В.А.. Саратов, 2015. С. 131-132.

**Маслов Д.П.****Технология устройств регистрации ионного тока в камере сгорания ходового двигателя***Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-582

**Аннотация**

Повышение требований к количеству токсичных выбросов в составе отработавших газов и наличие встроенной бортовой диагностики систем автомобиля, с целью обеспечения непрерывного контроля основных параметров сгорания топливно - воздушной смеси (ТВС) непосредственно в камере сгорания двигателя, ведет к необходимости внедрения новых методов и технических решений, применяемых в электронных системах управления двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

**Ключевые слова:** регистрация ионного тока, камера сгорания, двигатель, ДВС, ТВС.

**Abstract**

Increased requirements to the amount of toxic emissions in the composition of exhaust gases and the presence of built-in onboard diagnostics of vehicle systems, in order to provide continuous monitoring of the main parameters of combustion of fuel-air mixture (FAM) directly in the engine combustion chamber, leads to the need to introduce new methods and technical solutions used in electronic control systems of internal combustion engines (ICE).

**Keywords:** ion current registration, combustion chamber, engine, internal combustion engine, FAM.

Задача обеспечения непрерывного контроля основных параметров сгорания может решаться различными способами. Одним из перспективных направлений ее решения являются методы, основанные на анализе сигнала ионного тока (ИТ), применение которых в системе управления двигателем позволяет решать задачи обнаружения пропусков воспламенения, диагностики детонации, оптимального управления углом опережения зажигания и составом ТВС [3,4].

Основной задачей данной работы является обзор устройств регистрации ИТ и выбор схемных решений с наилучшими характеристиками.

Во время рабочего такта, в результате химических реакций и термической ионизации в цилиндре ДВС образуется множество свободных носителей заряда. Процессы ионизации ТВС в цилиндрах ДВС описаны в работах зарубежных авторов [5, с.622–637], [6]. Приложенное к электродам свечи измерительное напряжение создает между ними электродвижущую силу, приводящую в движение свободные электроны и ионы, вследствие чего в измерительной цепи начинает протекать ток.

В статье произведен сравнительный анализ двух основных вариантов схемных решений возбуждения и измерения ионного тока [7, с. 2 - 7]: схема с использованием повышающего преобразователя и схема с использованием части энергии, накопленной в катушке зажигания. Оба схемных варианта были реализованы для проведения экспериментов и дальнейшего сравнения. На рис. 1 представлена принципиальная схема устройства регистрации ионного тока с использованием части энергии, накопленной в катушке зажигания

В данном схемном варианте, напряжение возбуждения подается между массой двигателя и низковольтным выводом вторичной обмотки катушки зажигания с конденсатора. Измеряемый ионный ток протекает через вторичную обмотку катушки и искровой промежуток свечи зажигания. При каждой генерации искрового разряда происходит накопление заряда в емкости С1 до ограниченного супрессором VD1 напряжения. Накопленная энергия используется для измерения сигнала ионного тока, который снимается в течение всего периода

следования импульсов зажигания как падение напряжения на токоизмерительных резисторах R1-R2, включенных делителем напряжения в цепь разряда накопительной емкости C1. На рис. 2 представлены примеры единичного сигнала ИТ (б) и сигнала со вторичной обмотки КЗ (а). Осциллограммы получены с использованием лабораторно-диагностического комплекса Motodoc II в ходе эксперимента на двигателе автомобиля. На рис. 2(б) видны три характерных фазы сигнала ИТ [5,6].

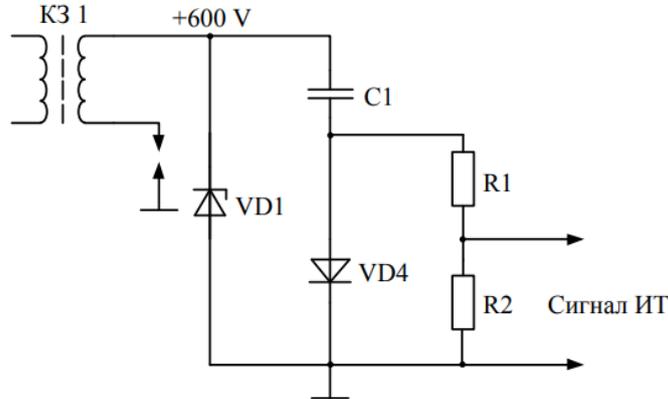


Рис. 1. Принципиальная схема устройства регистрации ионного тока с использованием части энергии, накопленной в КЗ

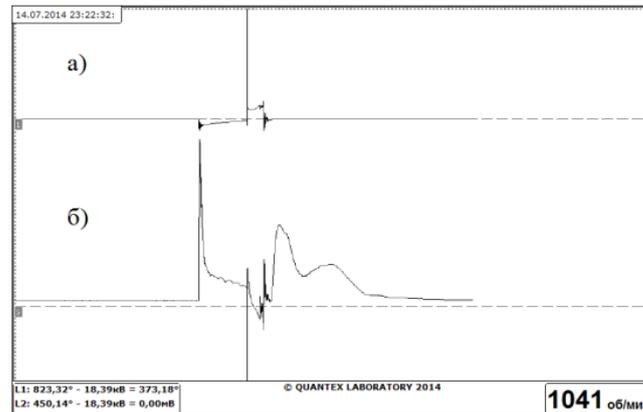


Рис. 2. Осциллограммы устройства регистрации ИТ с использованием части энергии, накопленной в КЗ

В ходе проведения экспериментов по регистрации ионного тока реализованными устройствами, были получены экспериментальные данные в виде осциллограмм сигнала ИТ, которые в дальнейшем были обработаны в программной среде MatLab.

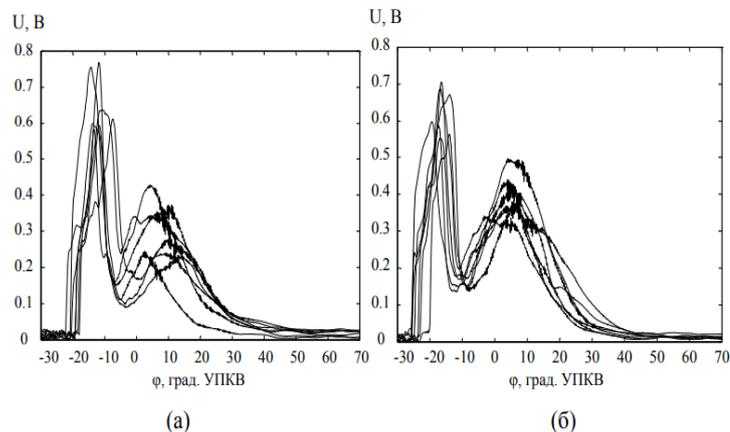


Рис. 3. Обработка сигнала ИТ в программе Matlab: (а) – сигнал, регистрируемый устройством с использованием части энергии, накопленной в КЗ, (б) – сигнал, регистрируемый устройством с использованием повышающего преобразователя

Анализ обработанных данных, показал, что в случае, когда регистрация ИТ производилась устройством с использованием части энергии, накопленной в КЗ, показания сигнала ионного тока были не стабильны, разброс более выражен на пике термической ионизации. Эта проблема обусловлена в первую очередь нестабильностью энергетических параметров искрового разряда для разных режимов работы ДВС.

Таким образом, в ходе проведения исследований были сделаны выводы о том, что при выборе схемотехнического решения необходимо учитывать особенности работы рассмотренных схемных вариантов, исходя из требований к качеству сигнала. Вариант с использованием энергии, накопленной в КЗ более дешево в исполнении и может использоваться в приложениях с невысокими требованиями к сигналу, в частности к его амплитуде. Это относится к системам, работа которых основана на частотном анализе сигнала ИТ, например подсистемам обнаружения детонации. В приложениях с высокими требованиями к качеству сигнала рекомендуется для регистрации сигнала ИТ использовать вариант схемного решения с повышающим преобразователем, как наиболее стабилизированное регистрирующее устройство, несмотря на его большую стоимость относительно варианта с использованием энергии, накопленной в КЗ.

\*\*\*

1. Lars Eriksson, Lars Nielsen. Closed Loop Cycle Ignition Control by Ion Current Interpretation // Linkoping University Mikael Glavenius, Mecel AB. SAE 970854, 1997.
2. Eric N. Balles, Edward A. VanDyne, and Alexandra M. Wahl. In - Cylinder Air / Fuel Ratio Approximation Using Spark Gap Ionization Sensing // Kenneth Ratton and Ming - Chia Lai Wayne State University, Adrenaline Research Inc. SAE 980166, 1998.
3. А.Л. Береснев, А.Ю. Будко. Повышение эффективности теплоэнергетических установок методом контроля горения топлива по сигналу ионного тока // «Инженерный вестник Дона», 2013, №4 URL: [ivdon.ru / ru / magazine / archive / n4y2013 / 1973 /](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1973/).
4. Ладоса Е.Н. Имитация рабочего процесса поршневых двигателей на основе моделей химических реакций, турбулентности и теплообмена // «Инженерный вестник Дона», 2008, №2 URL: [ivdon.ru / ru / magazine / archive / n2y2008 / 78 /](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/78/)
5. H. F. Calcote. Ion and electron profiles in flames // 9th Symposium (International) on Combustion, 1963, с.622–637.
6. S. Yoshizawa S., Tomita E., and Hamamoto Y. Fundamental Study on Combustion Diagnostics Using a Spark Plug as Ion Probe // SAE Technical Paper 2000 - 01 - 2828, 2000, doi:10.4271 / 2000 - 01 - 2828 URL: [papers.sae.org / 2000 - 01 - 2828 /](http://papers.sae.org/2000-01-2828/).
7. Смоленский В.В. Применение метода самоорганизации для мониторинга ионных токов в камерах сгорания тепловых двигателей // сборник статей в международной заочной конференции. ПИГУС, Тольятти, 2008 – с. 2 - 7 URL: [tolgas.ru / org\\_structura / kaf\\_se / science / g2008 /](http://tolgas.ru/org_structura/kaf_se/science/g2008/).

**Медведева О.Н.**

### **Анализ развития энергоэффективного строительства в России**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-583*

#### **Аннотация**

В статье изучена тема энергосбережения, проанализирован отечественный опыт реализации инновационных проектов в области энергоэффективного экостроительства. Выделены приоритетные направления и современные тенденции развития рынка энергосберегающих строительных услуг, обозначены пути повышения энергоэффективности при проектировании жилых и нежилых зданий.

**Ключевые слова:** экономика, энергосбережение, энергоэффективность здания, экодевелопмент.

**Abstract**

The article examines the topic of energy saving, analyzes the domestic experience in the implementation of innovative projects in the field of energy efficient green building. Priority directions and modern trends in the development of the market for energy-saving construction services are highlighted, ways to improve energy efficiency in the design of residential and non-residential buildings are outlined.

**Keywords:** economy, energy saving, building energy efficiency, eco-development.

Энергосбережение является одной из самых главных задач в современном строительстве – как для жилых, так и для производственных помещений. Основной причиной является постоянное повышение спроса на энергоресурсы и, соответственно, рост их стоимости. Также, дополнительно влияет на необходимость создания энергоэффективных зданий ограниченность природных запасов ресурсов и их истощение. Существенно влияет на необходимость снижения затрат на энергоносители и тот факт, что количество государственных дотаций и субсидий с каждым годом снижается в несколько раз.

Так и в России один из новых приоритетов государственной политики – экоэнергетическая безопасность. Сложная ситуация с энергоэффективностью в России продуцирует потенциал развития инновационных технологий в данной сфере. В особенности экономически привлекательной отраслью становится энергосбережение в ЖКХ и строительстве. Строительный сектор РФ расходует значительную часть энергии (40,5 %), при этом 30 % выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива приходится на здания [1], что делает проблему энергосбережения особенно актуальной. В последние годы активно разрабатываются высокотехнологические энергоэффективные механизмы жилищнокоммунального хозяйства, в частности, в области автоматизации систем управления технологическими процессами в жилых домах, теплоснабжения, водоотведения, что чаще всего связано с капитальным ремонтом многоквартирных домов или строительством домов по программе расселения аварийного жилья.

Россия лишь делает первые шаги в этом направлении. На сегодняшний день в стране реализовано 10 проектов с использованием базовых компонентов пассивного дома, и еще реже встречаются плюсовые дома, дома-термосы. Однако отрасль развивается крайне интенсивно: буквально за год было построено более 30 пилотных демонстрационных проектов с применением различного рода энергоэффективных технологий [2], 5 экспериментальных жилых экодому. Возрос интерес к различным типам подобных жилых построек (пассивным, нулевым, активным) как со стороны представителей ранее инертного строительного рынка, так и со стороны потребителей. Большинство презентационных проектов реализуется уже не только производителями строительных материалов, экоэнтузиастами, но и обычными потребителями, ориентированными на то, что доля дополнительных затрат на энергоэффективность окупится за 5-15 лет [3]. Если несколько лет назад энергоэффективный «зеленый» девелопмент обозначали как дань экоактивистам, европейской моде продвинутых строительных концернов, то сегодня направление воспринимается российскими строительными компаниями как приоритетное с точки зрения государственного развития и как дающее возможность выделиться в условиях жесткой конкуренции – с позиции финансовой выгоды. Развивается энергоэффективное строительство в частном секторе – возводится все больше частично пассивных жилых домов-концептов.

В условиях постоянного роста тарифов и цен за подключение к сетям потребители стали интересоваться возможностью радикального снижения энергозатрат, отключения от газа и др. К примеру, подключение коттеджного поселка к центральным газовым сетям обходится в среднем по России от 500 тыс. рублей до 1,5 млн. руб. (в Подмосковье). Строительство нулевого дома при условии внедрения всех возможных энергоэффективных технологий обходится в среднем на 30% дороже строительства аналогичного традиционного дома, но за счет принципиального снижения расходов на электроснабжение и теплотраты себестоимость окупится при постоянных ценах на энергоносители [4]. Поддерживать экономичность

потребителям удастся за счет малого – замены утеплителя, стенового материала (например, на прессованные соломенные блоки «экотэп»), использования колодца вместо скважины, многокамерного сложного септика вместо центральной канализации.

Повышение энергоэффективности здания крайне затратное мероприятие и для его окупаемости требуются десятилетия. В настоящее время доля дополнительных затрат на повышение энергоэффективности зданий в процессе нового строительства и капитального ремонта составляет 1–7 % от себестоимости строительства. Эти затраты окупаются, как правило, в 7-летний срок и даже быстрее [12]. В то же время суммарный эффект от снижения энергоемкости зданий значительно превосходит эти затраты. Кроме того, нельзя не учитывать и экологический эффект от снижения энергоемкости зданий. По оценке экспертов ученых-климатологов от выбросов в атмосферу, связанных со сжиганием топлива, в мире ежегодно умирает 3,2 млн. человек. Согласно их подсчетам, за счет снижения потребления энергии можно спасти до 2050 г. более 1 млн. человек в мире, а это население города миллионника. Кроме того, как показывает опыт развитых стран, утепление домов и повышение комфорта проживания способствуют улучшению здоровья населения.

Таким образом, в России начинает проследиваться тенденция перехода стандарта пассивного экоддома из элитного сектора в массовый. На отечественный строительный рынок постепенно приходят инновационные энергосберегающие продукты, увеличивающие срок эксплуатации объекта, снижающие уровень энергопотребления. Тренд на энергоэффективность жилых зданий, в том числе с применением современных теплоизоляционных материалов, помимо повышения качества проживания в них и снижения уровня заболеваемости населения в России, имеет и колоссальный мультипликативный эффект для экономики в целом и обеспечения энергетической безопасности страны.

\*\*\*

1. Пресс-релиз «Академия Сен-Гобен» – энергоэффективность в теории и на практике» / Официальный сайт компании «Saint-Gobain». URL: [http://www.saintgobain.ru/sites/sg\\_master/files/2015.04.16\\_akademiya\\_energoefft\\_na\\_praktike.pdf](http://www.saintgobain.ru/sites/sg_master/files/2015.04.16_akademiya_energoefft_na_praktike.pdf) (дата обращения 13.05.2015).
2. Пассивный дом: понятие и основные принципы проектирования / Сайт корпорации EcoLogBuildTech. URL: <http://www.ecologbuildtech.ru/энергоэффективные-дома/пассивный-дом-основные-принципы.html> (дата обращения 13.05.2015).
3. Щукин А. От дома-термоса к дому-концепту / Журнал «Эксперт- Online». 2012. No 13 (796). URL: <http://expert.ru/expert/2012/13/ot-doma-termosa-k-domu-kontseptu> (дата обращения 13.05.2015).
4. Лисина О. В. Специфика развития энергосберегающих технологий и опыт внедрения автоматизированных энергосистем в сфере экодевелопмента и промышленного производства / Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. No 20. С. 334-338.

**Парамонова А.О.**

### **Некоторые проблемы использования солнечной энергии**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-584*

#### **Аннотация**

Данная статья посвящена проблеме использования солнечной энергии. В частности, рассмотрены некоторые вопросы, связанные с солнечной радиацией. Описаны способы получения электричества и тепла за счет солнечного излучения. Проведен анализ экологических проблем солнечной энергетики.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, солнечная энергетика, фотобатареи, альтернативные источники энергии.

**Abstract**

This article is devoted to the problem of using solar energy. In particular, some issues related to solar radiation are considered. Methods for generating electricity and heat from solar radiation are described. The analysis of environmental problems of solar energy is carried out.

**Keywords:** electricity, solar energy, photo batteries, alternative energy sources.

**Распределение солнечной энергии.**

Солнечная радиация, поступающая на поверхность почвы, зависит от положения Земли относительно Солнца. Зимой (в северном полушарии) Земля ближе к Солнцу, чем летом, и получает на 7% больше солнечной энергии, но это уравнивается влиянием наклона земной оси, распределения суши и океана, и другими факторами [1].

В тропических и субтропических широтах годовое количество суммарной радиации составляет более 5,9 тыс. МДж/м<sup>2</sup>. Оно особенно велико в малооблачных субтропических пустынях, а в Северной Африке достигает 8,4-9,2 тыс. МДж/м<sup>2</sup>. Рекордной является величина 9218 МДж/м<sup>2</sup>, наблюдаемая на юге Египта [2].

Различают прямое, рассеянное и полную солнечную радиацию. Излучение называется прямым, в случае если оно идет прямо с солнечного диска. На верхнюю границу атмосферы приходится прямое солнечное излучение. Если его значение принять за 100%, то 42% этого количества отражается облаками и пылью в атмосфере, 10% поглощается и рассеивается в атмосфере и только 48% достигает поверхности Земли, почти 34% которой поглощается и преобразуется в тепло, ветер, океанские течения и испарение воды, и на фотосинтез уходит менее 1% [3].

**Способы получения электричества и тепла.**

Существуют следующие способы получения электричества и тепла из солнечного излучения:

- 1) получение электроэнергии с помощью фотоэлементов;
- 2) преобразование солнечной энергии в электричество с помощью тепловых машин:
  - а) паровые машины (поршневые или турбинные), использующие водяной пар, углекислый газ, пропан, бутан, фреоны;
  - б) двигатель Стирлинга (разновидность двигателя внешнего сгорания, который может работать от любого источника тепла);
- 3) гелиотермальная энергетика – нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, и последующее распределение и использование тепла (фокусирование солнечного излучения на сосуде с водой для последующего использования нагретой воды в отоплении, приготовлении пищи или в паровых электрогенераторах);
- 4) термовоздушные электростанции (преобразование солнечной энергии в энергию воздушного потока, направляемого на турбогенератор);
- 5) солнечные аэростатные электростанции (генерация водяного пара внутри баллона аэростата за счет нагрева солнечным излучением поверхности аэростата, покрытой селективно-поглощающим покрытием).

**Солнечные электростанции.**

Солнечная электростанция — это специализированное сооружение, преобразующее солнечное излучение в электрическую энергию. Солнечный свет можно преобразовать в электричество, используя фотоэлементы. Мировой технический потенциал солнечных электростанций оценивается в 4,3, а солнечные коллекторы - 2,0 млрд т условного топлива в год [4]. По данным программы Международного энергетического агентства по фотоэлектрической солнечной энергетике — Photovoltaic Power Systems program (IEA PVPS), в 2017 мире было введено в строй 98 ГВт солнечных электростанций, а их суммарная установленная мощность достигла 402,5 ГВт. Это в 70 раз больше, чем в 2006 году! [5]. Фотоэлементы в основном используются для питания малых и средних объектов, от калькулятора до крупных бытовых приборов.

Солнечные электростанции также используются для питания крупных объектов. Способы преобразования солнечного излучения различны и зависят от конструкции электростанции. Все солнечные электростанции (СЭС) делятся 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.

Преимущество солнечных электростанций - доступность и неисчерпаемость источника энергии. Достаточно всего 0,0004% энергии, поступающей на Землю, чтобы покрыть текущие потребности человечества в электроэнергии.

Экологические проблемы солнечной энергетики.

Однако несмотря на преимущества солнечных электростанции имеются и недостатки.

Проявляется негативное влияние солнечной энергии в следующем:

- 1) отчуждение земли;
- 2) загрязнение окружающей природной среды при производстве станций;
- 3) загрязнение окружающей среды высокотоксичными хлоратами и нитритами при утечке рабочих жидкостей;
- 4) воздействие на растительность путем затенения солнечными концентраторами;
- 5) изменение теплового баланса и влажности в местах, где расположены станции;
- 6) влияние на климат космических СЭС.

Еще один негативный фактор, косвенно воздействующий на окружающую среду - значительное потребление воды. Для повышения эффективности зеркальные панели необходимо регулярно очищать от пыли. Например, на электростанции в пустыне Мохаве тратится ежедневно до 15 тысяч литров воды для охлаждения и очистки поверхностей отражателей. Таким образом, несмотря на явные преимущества, солнечные электростанции имеют ряд экологических проблем, которые необходимо учитывать при проектировании СЭС.

\*\*\*

1. Вайсберг Дж. Погода на Земле. Метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1980.
2. Чирков Ю. И. Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
3. Allaby M. Basics of Environmental Science. London: Routledge, 1996.
4. Говорушко С. М. Экологические последствия использования энергии океана / Альтернативная энергетика и экология – ISJAEЕ. 2011. № 1. С. 51-57.
5. Установленная мощность мировой солнечной энергетики: сайт. – URL: <https://enen.ru/the-installed-capacity-of-world-solar-energy-exceeded-400/> (дата обращения: 8.12.2020). – Текст: электронный.

**Парамонова А.О.**

**Проектирование и эксплуатация турбоустановок малой энергетики**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-585

#### **Аннотация**

В работе рассматриваются основные особенности проектирования и эксплуатации турбин малой мощности в составе энергетических установок распределенной энергетики. Анализируются особенности рабочих режимов турбин данного типа. Приводятся данные о проблемах и перспективах применения этих установок в России и за рубежом.

**Ключевые слова:** турбоустановка, микротурбина, распределенная энергетика, проектирование, эксплуатация.

**Abstract**

This paper discusses the main features of the design and exploitation of low- power turbines as part of power units of distributed energy. The features of the operating modes of this type of turbines are analyzed. Data on the problems and prospects of using these installations in Russia and abroad are presented.

**Keywords:** turbine, microturbine, distributed power engineering, design, exploitation.

Централизованное тепло- и электроснабжение сейчас является общепринятым способом доставки энергоносителей конечным потребителям. Однако такой подход не всегда является оптимальными и возможным в силу ряда причин. Кроме того, из-за большого процента износа оборудования в данном случае возможны аварийные отключения, что значительно снижает надежность энергоснабжения. Необходимость модернизации оборудования систем централизованного энергоснабжения во многом обуславливает также рост тарифов на электрическую энергию.

В последнее время все большую актуальность приобретает направление развития малой энергетики. В основу концепции данного направления заложено использование независимых и обособленных источников энергии для удовлетворения потребностей частных домашних хозяйств и мелких производственных предприятий [1]. При этом используются электрические генераторы различных типов с установленной мощностью 10-50 кВт.

Такой подход в отличие от централизованного электроснабжения позволяет разрешить несколько важных задач. Во-первых – возможность энергоснабжения труднодоступных районов (дачные поселки, загородные дома). Во-вторых – установки малой энергетики характеризуются значительно меньшим числом вредных выбросов в окружающую среду. Кроме того, с использованием таких установок возможно создать стабильную систему электроснабжения, не зависящую от внешних факторов.

В малой энергетике широкое распространение получили газовые турбины малой мощности – микротурбины. Принцип работы данных установок состоит в следующем: рабочее тело, представляющее собой продукты сгорания топлива, подается на лопатки турбины, приводя ее во вращение. Турбина размещается на одном валу с генератором эклектической энергии. Параметры работы установки контролирует автоматизированная система управления.

На потребительском рынке в настоящий момент микротурбины представлены большей частью зарубежными производителями – Capstone, Turboden. В России микротурбинные технологии находятся в стадии опытно- конструкторского производства, что обусловлено сложностью проектирования и эксплуатации турбомашин данного типа.

Основными особенностями микротурбин, которые должны быть учтены при проектировании, являются: высокая угловая скорость вращения ротора, малые расходы рабочего тела, широкие диапазоны рабочих температур и давлений. Вследствие этих особенностей для турбин нередко требуются дополнительные экспериментальные и теоретические исследования.

Повышенные угловые скорости накладывают ограничение на размер рабочих колес микротурбин, а также обуславливают необходимость применения высокооборотных генераторов (до 100000 об/мин). Также вследствие высокой скорости вращения ротора в конструкции установки необходимо применение подшипников специального типа – газодинамических. В результате процесс балансировки ротора турбины существенно усложняется.

Малая величина расходов рабочего тела приводит к необходимости сокращения площади проходных сечений газового тракта турбины. Такие конструктивные изменения вызывают повышение аэродинамических потерь в тракте, что влияет на снижение КПД энергетической установки.

Специфика работы турбины в широком диапазоне температур и давлений обуславливается значительным варьированием потребляемой мощности [2]. В результате меняются параметры термодинамического цикла работы установки, турбина значительную

часть времени работает на частичных нагрузках, что вызывает сложности в согласовании характеристики турбины с другим оборудованием энергетической установки (компрессор, генератор). Также в этом случае возникают определенные проблемы с регулированием системы.

Из-за особенностей регулирования микротурбин для них необходимо применение высокоточных систем автоматического управления, способных поддержать стабильную работу установки при изменении внешних факторов. Данное обстоятельство также вызывает удорожание конструкции турбинной установки и увеличение доли эксплуатационных расходов, связанных с необходимостью настройки оборудования.

Одним из перспективных типов установок малой мощности для децентрализованных систем энергоснабжения являются высокоскоростные микротурбинные энергетические Прогноз Navigant Research и ИНЭИ РАН по объемам ввода мощностей распределенной генерации установки (МКТЭУ) на основе газовых или паровых турбин, в последнем случае работающих на органических циклах Ренкина. Утилизировав низкопотенциальное тепло, подобные установки повышают суммарную эффективность оборудования, являясь дополнительным источником полезной электрической энергии, уменьшают тепловое загрязнение окружающей среды. При строительстве объектов распределенной энергетики очень часто имеем дело с населенными пунктами и объектами, находящимися на отдалении от централизованных энергетической и газотранспортной систем. В таких регионах проживает свыше 20 млн. человек. Привозное топливо резко удорожает стоимость единицы произведенной тепловой и электрической энергии. Применение МКТЭУ, работающих на местных, возобновляемых видах топлива, позволяет эффективно решить проблему энергообеспечения таких регионов, населённых пунктов, промышленных и иных объектов.

Тем не менее несмотря на ряд особенностей, возникающих при проектировании и эксплуатации микротурбинных установок распределенной энергетики, данное направление в настоящее время является актуальным и востребованным в России и за рубежом.

Доля применения турбин малой мощности для электроснабжения в России в настоящее время растет. Они используются для электроснабжения административных зданий, складских помещений, торговых центров [3].

\*\*\*

1. Попадюк Т. Г., Купреев Д. А. Стимулирование инновационного развития распределенной энергетики / Стратегические решения и риск-менеджмент, 2018. №3 (108), С. 54-59.
2. Костюков А. В., Даценко В. В., Синкевич Е. М., Косой А. А. Современные требования к лопаточным машинам для микротурбинных энергетических комплексов / Известия Московского государственного технического университета МАМИ, 2014. № 4 (22), С. 14-19.
3. Делков А.В., Мелкозеров М. Г. Проблемы и перспективы создания установок резервного электроснабжения на базе газотурбинных двигателей /Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Сб. материалов Всеросс. науч.- практ. конф., 2010. № 1 (6), С. 80-81.

**Петров А.А.**

**Способы повышения эффективности и надежности системы теплоснабжения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-586

#### **Аннотация**

Термин «энергия» охватывает широкий спектр технических средств, предназначенных для генерирования, преобразования, передачи и использования электроэнергии, тепла и других видов энергии, а также энергоносителей, таких как сжатый воздух, кислород и т.д. Повышение надежности и эффективности Системы теплоснабжения зависят от работы теплогенерирующих установок, рационально спроектированной тепловой схемы котельной,

повсеместного внедрения энергосберегающих технологий, экономии топлива, тепловой и электрической энергии.

**Ключевые слова:** природный газ, теплогенерирующие установки, энергия, оптимизация, усовершенствование.

### Abstract

The term «energy» covers a wide range of technical means designed to generate, convert, transfer and use electric, thermal and other types of energy, as well as energy carriers, such as compressed air, oxygen, etc. Improving the reliability and efficiency of heat supply systems depends on the operation of heat generating plants, a rationally designed thermal scheme of the boiler room, the widespread introduction of energy - saving technologies, fuel economy, heat and electric energy.

**Keywords:** natural gas, heat generating plants, energy, optimization, improvement.

Эффективность, безопасность, надежность и экономичность котельного оборудования во многом определяются методом сжигания топлива, совершенством и правильностью выбора оборудования и устройств, своевременностью и качеством ввода в эксплуатацию, квалификацией и степенью подготовки персонала. Природный газ является одним из основных элементов топливно-энергетической системы народного хозяйства, а также ценнейшим сырьем для химической промышленности. С каждым годом потребности в природном газе возрастают, возникает необходимость в разработке новых месторождений, в возможности делать значительные запасы и транспортировать его на дальние расстояния как с помощью трубопроводного транспорта, так и в сжиженном виде.

Экологическая чистота и высокая эффективность использования природного газа позволяют существенно изменить взгляд на его возможную роль в энергобалансе будущего мира и говорить о наступлении эпохи природного газа, которая уже сегодня наступила в России, так как природный газ в топливноэнергетическом балансе уже занимает долю более 50% .

Экспериментально установлено, что в пространстве печи образуется зона интенсивной рециркуляции горючего газа, выходящего из сопла с топливом, что позволяет максимально повысить температуру его горения. В результате благодаря оптимальной конструкции печи, которая обеспечивает эффективное смешивание воздуха с горючими газами и повышение температуры горения с помощью таких диффузионных горелок с пламенем под девизом «BlauerEngel» - «Голубой ангел» », Можно резко сократить выброс оксидов азота NOx в атмосферу. Так, например, во время эксперимента, когда аммиак NH<sub>3</sub> подавался в топливо в объеме 4995 ч/млн. из-за оптимизации объема печи, выброс NOx уменьшался с 1250ч/млн. до 175 ч/млн., то есть на 87,5%. [4,5,6]

При изучении процесса беспламенного сгорания топлива по второму варианту было установлено, что если зона рециркуляции остается стабильной, достигается интенсивное смешивание воздуха и горючих газов. В результате сгорание газовойоздушной смеси происходит при температуре около 1000 °С, тогда как в первом варианте она была на 250 °С ниже. Это обеспечивает более полное сгорание топлива и, как следствие, заметное снижение выбросов оксидов азота NOx. Так, например, когда аммиак NH<sub>3</sub> подавался в топливо в объеме 5000 ч/млн. из - за оптимизации пространства печи, было возможно уменьшить выброс NOx со 180 ч/млн. до 120 ч/млн., то есть на 70% . Следует подчеркнуть, что при беспламенном сгорании топлива выброс оксидов азота значительно ниже, чем при диффузионном сгорании. Авторы подчеркивают, что применение описанной инновационной технологии двухступенчатой подачи первичного и вторичного воздуха для сжигания низкокалорийных газов позволяет повысить эффективность теплового процесса и одновременно улучшить экологию окружающее пространство.

Из-за энергетического кризиса ряд исследователей из Университета Бохума «Рур - Университет Бохум» и Института Gaswarme - Institut в Эссене подчеркивают, что низкокалорийное топливо не потеряет своей важности, так как техника его сжигания постоянно

совершенствуется. В таблице 1 представлены данные о составе ряда газов и их теплотворной способности.

Таблица 1

Виды топлива	Аммиак CH <sub>4</sub> %	Угарный газ CO, %	Водород H <sub>2</sub> , %	Углекислый газ CO <sub>2</sub> , %	Азот N <sub>2</sub> , %	Теплотворная способность, кВт.ч/м <sup>3</sup>
Природный газ	10 – 30	0	0	0	70 – 90	10,0 – 12,0

Важное значение при проектировании всех горелочных устройств уделяется вопросу предварительного образования газозвушной смеси. В Италии были проведены исследования конструкций трех конструкций горелок с предварительным смешением газа и воздуха [3]. Были испытаны как так называемая диффузионная горелка, так и горелки с «излучением», то есть беспламенное инфракрасное сжигание газа. Что касается второго типа, то были изучены две горелки: одна горелка в виде цилиндра из жаропрочной стали с мельчайшими щелевидными отверстиями, а вторая - в виде цилиндрического «чулка» из металлического теплоносителя, устойчивая сетка. Исследователи отмечают, что с помощью таких горелок стабильность сгорания газа увеличивается с изменением коэффициента избытка воздуха, а предел регулирования увеличивается. Полевые исследования бытовых котлов Riello мощностью 26 кВт показали, что инфракрасные газовые горелки имеют и другие существенные преимущества перед диффузионными горелками.[1,2]

Следующее преимущество «лучистых» горелок по сравнению с диффузионными горелками заключается в том, что их использование позволяет уменьшить размеры пространства печи. Известно, что длина пламени диффузионных горелок должна быть меньше длины печи. Между тем, при использовании «лучистых» горелок с инфракрасным газовым горением требуемые размеры печи могут быть лишь немного больше, чем размеры самой горелки с предварительным перемешиванием воздуха. Наконец, еще одним преимуществом этих горелок является их практически бесшумная работа. Исследования также показали, что цилиндрические горелки в форме «чулка» из термостойкой стальной сетки создают более интенсивную тепловую «плотность» на единицу поверхности, чем горелки в форме цилиндра с щелевидными отверстиями. Таким образом, для первого типа горелки эта «плотность» составляет 2,3 - 2,5 МВт/м<sup>2</sup>, а для второго только 1,2 - 1,8 МВт/м<sup>2</sup>. Кроме того, горелки с цилиндрическим «чулком», например, мощностью 8 кВт, обеспечивают более полное сгорание газа, и, следовательно, при применении выброс угарного газа CO уменьшается на 10 мг/кВтч. Следует, однако, иметь в виду, что с увеличением мощности горелок выброс вредных газов в атмосферу увеличивается очень заметно. В указано, что решетки для «заготовки» таких горелок выполнены из хромоалюминиевой стали, температура плавления которой составляет 1500 °С, а процесс горения происходит при температуре 1300 °С. Большинство котлов Riello мощностью до 1050 кВт оснащены такими горелками. Аэродинамическое сопротивление таких горелок в котлах составило 350 мбар/м<sup>2</sup>. [4]

Для печей с внутренней температурой 950 - 1050 °С можно снизить выброс оксида азота на 75% , введя аммиак NH<sub>3</sub> в газ, поступающий в регенератор. В такой системе газы из регенератора с температурой 280 - 350 °С в смеси с аммиаком поступают в катализатор. В этом случае требуется строгий контроль за концентрацией аммиака. В результате выброс оксида азота NO<sub>x</sub> уменьшается на 85% и составляет 120 мг/м<sup>3</sup>. [1,4]

Анализ представленных материалов ясно показывает, что усовершенствование устройств для сжигания как низкокалорийного, так и высококалорийного топлива в основном направлено на максимально возможное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу. Это достигается за счет использования ряда методов. Это включает, прежде всего, эффективное образование газозвушной смеси. Кроме того, для эффективного сжигания этой смеси необходимо создать условия для рециркуляции горючих газов в самом топочном пространстве. Большое значение также придается предварительному нагреву воздуха, подаваемого для сжигания топлива в рекуперативных и особенно регенеративных теплообменниках, которые

используют энергию выхлопных газов, которые удаляются в атмосферу. Кроме того, небольшие количества аммиака смешиваются с топливом, а вода или пар впрыскиваются в пламя для увеличения радиационного теплообмена.[2]

\*\*\*

1. Гусев В.Е., Кязимов К.Г. Основы газового хозяйства. - М.: «Высшая школа», 2015. - 462с.
2. Кязимов К.Г. Справочник молодого газовика. - М.: «Ассоциация занятости 2Профцентр», 2005. - 304 с.
3. Павлов Б.А., Терентьев А.П. Курс органической химии. - М.: «Химия», 2014. - 686 с.
4. Коллектив авторов под руководством Пенькова М.М., Пирогова С.Ю. Природный газ. Метан. - С - Петербург.: ООО «НПО «Профессионал», 2016. - 1000 с.

**Соболь А.Н., Андреева А.А., Федорец А.В.**

**Возможности устройств защиты электрических двигателей и генераторов**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-587

#### **Аннотация**

В статье приведен анализ существующих защит электрических машин от различного рода неисправностей. Защиты электрических машин, в основном, строятся на изменениях: величин токов и их симметричных составляющих, величины и фазы тока (дифференциальные защиты), гармонических составляющих токов и магнитных потоков рассеяния, вибрации. Защиты генераторов применяются в основном для синхронных генераторов большой и средней мощности. Для построения собственной защиты автономного асинхронного генератора необходимо знать специфику процессов в нем в случае витковых и межфазных коротких замыканий в обмотке статора.

**Ключевые слова:** анализ, асинхронный генератор, короткое замыкание, обмотка статора, защита.

#### **Abstract**

The article provides an analysis of the existing protection of electrical machines from various kinds of malfunctions. The protection of electrical machines is mainly based on changes in: the magnitude of currents and their symmetrical components, the magnitude and phase of the current (differential protection), the harmonic components of currents and magnetic leakage fluxes, vibration. Generator protections are mainly used for synchronous generators of large and medium power. To build your own protection of an autonomous asynchronous generator, you need to know the specifics of the processes in it in the case of turn and phase-to-phase short circuits in the stator winding.

**Keywords:** analysis, asynchronous generator, short circuit, stator winding, protection.

Применение надежной и эффективной защиты от аварийных режимов работы значительно сократит количество и частоту аварийных ситуаций и продлит срок службы автономного асинхронного генератора, сократит эксплуатационные расходы [1]. Для того чтобы выбрать эту защиту необходимо знать, как защищать генератор, а также специфику процессов, протекающих в нем при повреждениях. Проведем анализ существующих защит электрических машин.

В процессе эксплуатации электрической машины ее изоляция неизбежно “стареет”. Основными причинами этого являются: нагревание обмоток рабочими и пусковыми токами, токами КЗ и перегруза, теплотой от посторонних источников; динамическими усилиями, возникающими при взаимодействии проводников с током, коммутационными перенапряжениями. На состояние изоляции большое влияние оказывают также условия окружающей среды – температура и влажность воздуха, загрязненность и запыленность [4].

При снижении сопротивления изоляции высока вероятность появления пробоя обмотки статора электрической машины на корпус. Не менее важным является контроль состояния изоляции обмоток статора во время работы. Для этого используется измерение тока утечки на “землю” с помощью дифференциального трансформатора тока, реагирующего на появление дифференциального тока выше некоторой уставки, заданной пользователем.

Термочувствительные устройства защиты относятся к встраиваемой защите. Они располагаются в специально предусмотренных для этой цели гнездах в лобовых частях (защита от заклинивания ротора) или в обмотках электрических машин. Недостатком данного вида защиты является то, что с датчиками выпускаются далеко не все типы машин. Это особенно касается электрических машин отечественного производства. Причем датчики могут устанавливаться только в условиях стационарных мастерских. Кроме того, температурная характеристика термистора достаточно инерционна и сильно зависит от температуры окружающей среды и от условий эксплуатации [2].

Даже самые лучшие устройства не решают полностью задачу по защите электрических машин от механических перегрузок, перекоса фазных токов, связанных с внутренними авариями или ухудшением сопротивления изоляции обмоток [3].

В настоящее время попытки создать универсальную эффективную защиту предпринимаются различными производителями. Наибольшее распространение получили две идеологии: фазовый метод, реализованный в большинстве импортных дорогостоящих устройств, и контроль параметров работы машины по величине действующего значения тока в каждой из фаз, положенный в основу отечественных устройств. Задача создания универсального защитного устройства оказалась достаточно сложной по разным причинам. Например, ток необходимо измерять как можно точнее, ведь известно, что длительная работа электрической машины всего лишь при 5%-ной перегрузке сокращает срок службы в десять раз. Также в связи с возможной несинусоидальностью кривой тока необходимо определять действующее значение токов, включая гармонический анализ, чтобы учесть значения высших гармоник, оказывающих наиболее вредное влияние на пусковые и рабочие характеристики машины. Работа по пиковым значениям (длительным фронтам) или по неким усредненным суммам приводит к ложным срабатываниям. Необходимо обеспечить отстройку от 7 – 8 кратных пусковых токов, одновременно обеспечив отключение электрической машины даже при небольших перегрузках. Защита должна быть “умной”, т. е. время срабатывания должно зависеть от тока. Необходимо отключать электрическую машину при возникновении асимметрии токов, так как это приводит к биению ротора. Необходимо учитывать также тепло, выделяемое при пусках электрической машины, т. к. при частых пусках она может перегреться пусковыми токами, имея на валу нагрузку ниже номинальной.

Существует также так называемое фазочувствительное устройство защиты (ФУЗ). ФУЗ срабатывает при обрыве фазы во время пуска и заклинивании ротора или исполнительного механизма. Защита весьма чувствительна к обрыву фазы при пуске машины, а при работе с перегрузками ток в катушке реле увеличивается медленно, что позволяет защите срабатывать с выдержкой времени.

Большинство коротких замыканий являются несимметричными, при которых уровень тока КЗ ниже, чем при трехфазных. Поэтому чувствительность защит, реагирующих на фазные токи, в этом случае оказывается меньше. Если же несимметричные КЗ обнаруживать по составляющим тока, характерным для несимметричного режима, практически отсутствующим в нормальном режиме, то чувствительность защит существенно повышается.

Устройства защиты от витковых КЗ подразделяются на три группы:

- основанные на контроле несимметрии фазных токов;
- основанные на контроле симметрии магнитного поля электрической машины;
- основанные на контроле высших гармонических в токах статора и ротора.

В настоящее время защиты от витковых замыканий обмоток статора электрических машин не устанавливаются как из-за трудности обеспечения чувствительности и сложности

исполнения, так и из-за отсутствия согласованной стратегии в вопросах их разработки и изготовления. Весьма чувствительными считаются защиты, контролирующие симметрию магнитного поля внутри самой машины, поскольку на внешнюю несимметрию они не реагируют [7]. Самой простой из них является защита с кольцевым преобразователем, но она недостаточно чувствительна на машинах с числом пар полюсов  $p=1$ . Такие защиты реализуются на встраиваемом в электрическую машину кольцевым измерительным преобразователе (КИП), который представляет собой (рисунок 1) катушку индуктивности, размещенную в торцевой зоне асинхронной машины соосно с валом. Такой КИП применяется в мощных асинхронных электрических машинах. В защитах электрических машин концы катушки многовиткового КИП и вторичной обмотки согласующего трансформатора подключаются к реагирующему органу.

Кольцевой преобразователь содержит (рисунок 1) плоскую катушку с корпусом 1 из диэлектрика с наложенными на него витками 2 изолированного провода. Корпус 1 закрепляется при помощи шпилек 3 на внутренней стороне подшипникового щита 4 электрической машины 5 так, чтобы его торцевые поверхности были перпендикулярны оси 6 вращения ротора. Преобразователь может быть выполнен в виде металлического кольца, проходящего через отверстие тороидального сердечника из ферромагнитного материала с равномерно намотанными витками изолированного провода. Кольцо крепится перпендикулярно оси вращения ротора при помощи банджа на торце лобовой части обмотки статора или при помощи кронштейнов [5].

Существует еще множество других устройств защиты. Например, предлагается устройство, позволяющее диагностировать состояние электрической машины и защищать ее от возникшего повреждения, производить индикацию о нормальной работе машины и видах возникших повреждений: обрывах фаз или срабатываниях предохранителей при КЗ, срабатываниях температурной защиты при перегрузках. Устройство диагностики содержит блок температурной защиты и блок индикации повреждений. Существуют и другие устройства [6].

Также существуют попытки разработки единого универсального (обеспечивающего защиту по напряжению, току и температуре элементов как отдельной, так и совместно) и унифицированного (для электроустановок различных типов и мощностей) устройства. Однако разработка такого устройства затруднена из-за сложных, а иногда и противоречивых требований к защите каждой конкретной установки. Подход к выполнению защит асинхронного электродвигателя и асинхронного генератора должен быть различным, так как несимметрия токов у двигателя появляется при повреждении обмотки, а у генератора за счет несимметрии нагрузки.

Большинство повреждений обмоток генератора вызывается нарушением изоляции обмоток статора и ротора. В статоре возникают межфазные КЗ, замыкание одной фазы на корпус (на землю), замыкание между витками одной фазы.

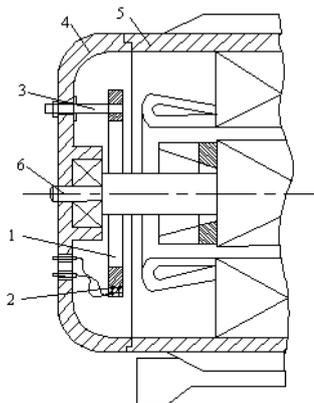


Рисунок 1. Размещение кольцевого преобразователя внутри машины

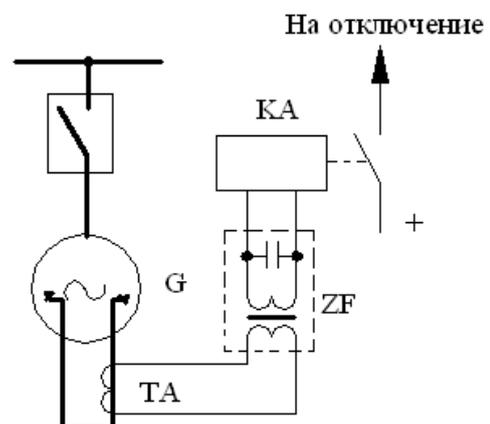


Рисунок 2. Поперечная дифференциальная токовая защита генератора

При наличии выведенных параллельных ветвей обмотки статора наиболее просто выполняется односистемная поперечная дифференциальная токовая защита (рисунок 2). Параллельные ветви соединяются по схеме звезды каждая, в цепь между нейтральными которых включается трансформатор тока ТА.

Для отстройки от токов высших гармонических реле КА подключается к трансформатору тока ТА через частотный фильтр ZF, пропускающий только составляющую тока промышленной частоты. Недостатком защиты является возможность отказа при малом числе замкнутых витков.

Для синхронных генераторов мощностью 150 кВт и менее защита может выполняться плавкими предохранителями. Защиту генераторов мощностью до 1 МВт от всех видов повреждений и ненормальных режимов допускается осуществлять путем установки автоматических выключателей или максимальной токовой защиты при наличии коммутационного аппарата, например контактора. Защита выполняется двухфазной. Для генераторов с глухозаземленной нейтралью защита должна предусматриваться в трехфазном исполнении или в виде двух комплектов: защиты от многофазных коротких замыканий и защиты от однофазных коротких замыканий на землю.

Таким образом, можно говорить о том, что существует очень небольшое количество защит электрических машин от внутренних КЗ в статорной обмотке. Для построения соответствующих защит автономного асинхронного генератора нужно провести теоретические и экспериментальные исследования его повреждений. Кроме перечисленных выше признаков повреждения (изменение токов, напряжений асинхронного генератора и их гармонических составляющих), целесообразно также рассмотреть изменение вибрации генератора при повреждении.

\*\*\*

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов по спец. «Электроснабжение» / В. А. Андреев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 496 с.: ил.
2. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2013. – № 1. - С. 70-71.
3. Бородин И. Ф. Анализ устройств защиты асинхронных электродвигателей / И. Ф. Бородин, И. Я. Сомов // МЭСХ. – 2004 – № 9. – С. 16 – 17.
4. Гемке Р. Г. Неисправности электрических машин / Р. Г. Гемке. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 366 с.
5. Клецель М. А. Защита электродвигателей на катушках индуктивности от витковых замыканий / М. А. Клецель, А. Н. Новожилов, В. И. Полищук, А. Г. Кошель, А. Н. Метельский // Проекты и исследования. – 1994 – № 3. – С. 17 – 20.
6. Кропачев И. Г. Устройство защиты двигателя / И. Г. Кропачев // Промышленная энергетика. – 1986 – № 5. – С. 20 – 23.
7. Чернобровов Н. В. Релейная защита энергетических систем: Учебное пособие для техникумов / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.

**Сумбаев С.Ю.**

**Тенденция кинетических накопителей энергии**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-588

#### **Аннотация**

Объектом исследования являются кинетические накопители энергии. Цель работы – выявление изобретений в области накопителей энергии. В процессе работы проводился патентный поиск по изобретениям в области накопителей энергии целиком и их составных элементов.

В результате исследования были выявлены наиболее значимые изобретения в области накопителей энергии и кинетических, в частности.

**Ключевые слова:** кинетический накопитель энергии, маховик, аккумуляторная батарея, источник бесперебойного питания.

### Abstract

The object of the study is kinetic energy storage devices. The aim of the work is to identify inventions in the field of energy storage devices. In the course of the work a patent search for inventions in the field of energy storage devices as a whole and their components was carried out.

As a result of the research the most important inventions in the field of energy storage devices and kinetic, in particular, were identified.

**Keywords:** kinetic energy storage device, flywheel, accumulator battery, uninterruptible power supply.

Область исследования – кинетический накопитель энергии, который позволяет хранить энергию в виде вращения маховика, и при необходимости отдавать её в виде электроэнергии. Данный объект исследования применяется для удовлетворения потребностей в источниках бесперебойного питания.

В настоящее время проблема эффективного использования электрической энергии является актуальной задачей для всех сфер деятельности. Одним из путей повышения эффективности энергопользования может стать применение систем, аккумулирующих энергию генератора и выдающие ее в сеть по мере такой необходимости. Современные системы накопителей энергии способны решить различные задачи хранения и преобразования энергии, реализации оптимальных режимов работы оборудования, питания потребителей с нестандартными параметрами.

Основные типы накопителей:

В настоящее время существует множество различных классификаций накопителей электрической энергии. Однако, с практической точки зрения, наиболее точной представляется классификация накопителей на электрохимические и физические. Первые – преобразуют электрическую энергию в химическую энергию веществ, вторые – в механическую энергию.

Существует несколько видов классификации накопителей, однако наиболее удобным для практического сравнения представляется условное разделение их на электрохимические и физические.

К числу первых относятся накопители, преобразующие электроэнергию в химическую энергию веществ – аккумуляторные батареи (АКБ) и молекулярные конденсаторы (суперконденсаторы, ионисторы).

Ко вторым – гравитационные (гидроаккумулирующие электростанции – ГАЭС), электромеханические преобразователи энергии, работающие совместно с инерционными механическими накопителями (кинетические накопители энергии – КНЭ), накопители сжатого воздуха (НСВ) и сверхпроводниковые индукционные накопители энергии (СПИН).

Кинетические накопители энергии известны уже давно, и работы в этом направлении ведутся работы, начиная с СССР, самым известным ученым в этой области является Гулиа Н.В.

Патенты этого ученого (вместе с Кацай) составляют немалую часть всех патентов, рассмотренных в этой работе. Эти работы касаются оптимизации конструкции КНЭ, снижения потерь и повышения энергоемкости.

Также одними из первых вариантов эксплуатации КНЭ является использование в транспортных средствах, в которой интересным решением является использование рекуперации энергии. Использовать данные накопители в энергетике неэффективно, однако можно использовать некоторые особенности конструкций.

Из всех представленных патентов можно сделать два основных тренда развития КНЭ:

1. Использование ВСТП подвесов в КНЭ и вакуумных камер, это позволяет снизить потери.
2. Использование не просто КНЭ, а в параллельной работе с другими накопителями энергии.

Наиболее перспективным, по моему мнению, является второй тренд, так как в первом направлении хоть и получается более эффективный КНЭ, на его разработку, производство и эксплуатацию уходит большое количество денежных средств.

Однако, когда рассматривают параллельную работу КНЭ с другими накопителями, обычно в пример приводят суперконденсаторы, индуктивные накопители, но не обычные аккумуляторы (АКБ), которых все - таки большинство. Поэтому, считаю перспективным направлением – параллельная работа КНЭ с АКБ.

А проведенный литературный обзор показал, что использовать накопитель энергии только на основе кинетических устройств эффективно только в конкретных случаях, более рационально использовать их в качестве параллельной работы, и для этого необходимо рассмотреть и такие случаи, и конкретные накопители энергии

Проведенные патентные исследования подтверждают научную значимость и прикладную перспективность проводимых теоретических исследований. Проведенный обзор не выявил изобретений в области параллельной работы КНЭ и АКБ, предложенные в этой области решения будут обладать патентной чистотой. Также было выявлено, что число изобретений в области оптимизации конструкции маховиков недостаточно. Поэтому разработанные методы оптимизации конструкции КНЭ также будут обладать патентной чистотой.

\*\*\*

1. Соколов М. А. Сравнительный анализ систем запасаения энергии и определение оптимальных областей применения современных супермаховиков / Соколов М.А., Томасов В.С., Jastrzbskib R.P. // Научно - технический вестник информационных технологий, механики и оптики - 2014. - № 4. - с. 149 - 155.
2. Сошинов А. Г. Накопители энергии в электроэнергетических системах: Учеб. пособие / Сошинов А. Г., Угаров Г. Г.; ВолгГТУ, Волгоград, 2007. - 106 с.
3. Kozlov S.V, Kindryashov A.N., Solomin E.V. Analysis of energy storage systems Efficiency. Alternative Energy and Ecology (ISJAEE). 2015.

**Худякова Е.А.**

### **Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения**

*Самарский государственный технический университет*

*(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-12-2022-589*

#### **Аннотация**

Системы теплоснабжения являются одними из главных элементов жизнедеятельности населения, определяет условия жизни значительного количества людей в холодных условиях континентальной части Российской Федерации.

**Ключевые слова:** теплоснабжение, тепловые насосы, население, ТЭЦ.

#### **Abstract**

Heat supply systems are one of the main elements of life activity of population, determines living conditions of significant number of people in cold conditions of continental part of Russian Federation.

**Keywords:** heat supply, heat pumps, population, cogeneration plant.

На отопление зданий, т.е. создание комфортных условий, расходуется примерно 45-50% всех энергоресурсов страны. Исследование теплотехнических характеристик жилых и общественных зданий показало, что 60-85% энергетических затрат составляют затраты на отопление (кондиционирование) и горячее водоснабжение. Поэтому теплоснабжение в условиях достаточно продолжительных отопительных сезонов, что характерно для многих городов РФ, требует весьма больших топливно-энергетических ресурсов. Традиционно основными источниками теплоты являются невозобновляемые природные ресурсы, которые сжигаются в топке котлоагрегатов котельных и ТЭЦ, вызывая ухудшение экологической

ситуации. Поэтому приоритетными направлениями развития мирового сообщества и нашего государства является решение вопросов энергосбережения и экономии природных ресурсов с целью недопущения ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды. [1,с.7]. Решение проблемы энергосбережения и энергоэффективности заключается в эффективном и экономном расходовании энергоресурсов[2,с.3]. В управлении энергосбережением можно выделить следующие основные направления:

1. снижение потребности в энергоресурсах;
2. переход и замена энергоресурсов на возобновляемые источники энергии;
3. снижение энергозатрат при технологическом производстве продукции и оказании услуг.

Системы теплоснабжения имеют определенные особенности:

1. нагрузка систем отопления меняется в течение отопительного сезона от 20 до 100% мощности производимой источником теплоты;
2. снабжение тепловой энергией должно быть круглосуточным, при этом в жилых и общественных зданиях должна поддерживаться комфортная температура воздуха, соответствующая установленным стандартам, санитарным нормам и правилам.

Для оценки термодинамической эффективности технологического процесса необходимо составлять энергетический, материальный и эксергетический балансы. Так для систем теплоснабжения необходима теплота с небольшим значением эксергии, температура воды в подающей магистрали теплового ввода составляет 1500С, в обратной магистрали температура воды-700С, в сети ГВС 60-700С. При сжигании топлива в водогрейных котлах температура 1100-13000С при этом температура нагрева воды 110-150 0С, эксергия топлива снижается почти в 10 раз. Температура, которую необходимо поддерживать в помещениях при отоплении, составляет 20-220С. Одним из направлений энергосбережения является внедрение новых источников энергии и технологий, позволяющих максимально использовать теплоту. Технология тепловых насосов (ТН) дает возможность получить эксергетически менее ценное тепло для систем теплоснабжения[3,с.75].

Системы теплоснабжения состоят из теплогенерирующей установки (котельная), тепловых сетей и магистралей, ЦТП и ИТП, системы отопления зданий (радиаторов). В котлоагрегате, который является основным звеном системы теплоснабжения, происходит преобразование химической энергии топлива в тепловую, передающуюся затем теплоносителю. Для увеличения эффективности системы теплоснабжения необходимо на каждом технологическом этапе уменьшить потери теплоты. Экономичный вариант эксплуатации котлоагрегатов осуществляется при работе в диапазоне мощностей, в соответствии с режимной картой котла, составленной пуско-наладочной организацией. Очевидно, что основные резервы экономии энергии возможны при рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов. Установка водяного экономайзера за котлом при снижении температуры отходящих дымовых газов на 10оС, дает возможность увеличения к.п.д. на 5,6-6,7%. [4,с.192]

Котлы и оборудование, установленное в помещении котельной, являются дополнительным источником теплоты. Температура поверхности котла при хорошей и качественной обмуровке достигает 65-70оС (6), средняя температура в помещении котельной колеблется в пределах 35 оС, а в верхней зоне температура выше. Возможность использования воздуха из верхней части помещения котельной для подачи в топку дает возможность дополнительной экономии топлива до 17кг у.т. [4,с.193]

Нагретый воздух помещения котельной является источником низкопотенциальной теплоты (НПТ), что дает возможность утилизации ее и создание комфортных условий для персонала котельной. Утилизацию НПТ возможно осуществить при помощи технологии тепловых насосов (ТН). Преимуществом ТН является то, что они могут успешно дополнить существующие централизованные и местные системы теплоснабжения, увеличивая к.п.д системы и повышая экономическую и экологическую эффективность системы.

При воздушном отоплении помещений температурный уровень теплоносителя может быть снижен до 40-60<sup>0</sup>С, соответствующие температурным пределам работы ТН. Использование воздушного отопления позволяет нормализовать и стабилизировать режим вентиляции помещений, сократить тепловые потери за счет снижения нерегулируемого притока холодного воздуха через окна.

Потребитель имеет осуществлять мероприятия на более полное использование тепла, получаемого от ТЭЦ, снижая температуру обратной сетевой воды ниже температуры, предусмотренной графиком. При этом потребитель не оплачивает энергоснабжающей организации то количество тепловой энергии, которое он использует для такого снижения. Примером могут послужить тепловые сети г. Хельсинки, которые снизили удельный расход электроэнергии на 41% за счет снижения температуры обратной сетевой воды и применения регулируемого привода сетевых насосов.

Очевидно, что основные резервы экономии энергии сосредоточены в повышении энергетической эффективности инженерных систем, рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов, использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Различные технологии: газо-поршневые, газотурбинные, микро-турбинные, тепловые насосы, современные паровые котлы и их сочетания с возобновляемой энергетикой - все это создает новый уровень возможностей для потребителя и позволяет ему обеспечивать себя электричеством и теплом с совершенно новым качеством.

\*\*\*

1. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 02.07.2013)// Сборник Федеральных конституционных законов и федеральных законов. – М., 2009. – Вып.12
3. Лунева С. К., Решение вопросов энергосбережения и энергоэффективности при применении тепловых насосов // Техничко-технологические проблемы сервиса .2014.-№3(29)
4. Энергосбережение в ЖКХ: Учебно-практическое пособие/Под ред.Л.В.Примака, Л.Н.Чернышова.-М.: Академический Проект; Альма Матер, 2011.-622с







**LJournal**

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
№92, Декабрь 2022**

Часть 12

Подписано в печать 31.12.2022. Тираж 400 экз.  
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л. 8.06  
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович