

Нижегородский государственный инженерно-экономический  
университет

**Папков Б.В.**

# **АКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

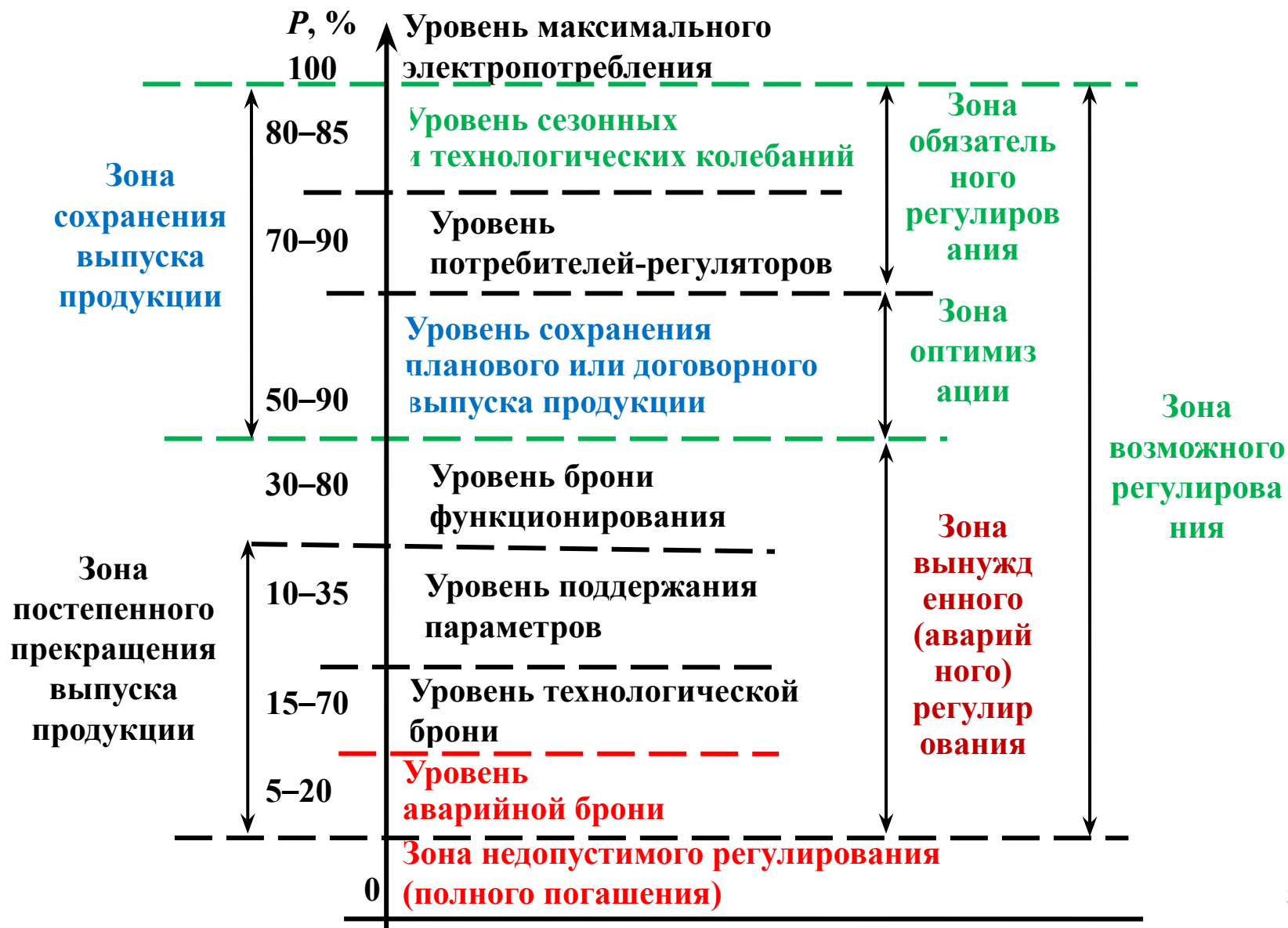


606340 г. Нижегородская обл., г. Княгинино,  
ул. Октябрьская, 22-А.  
Кафедра электрификации и автоматизации  
[boris.papkov@gmail.com](mailto:boris.papkov@gmail.com)

# Последствия (ущерб) от управления нагрузкой потребителя определяются

- фактором внезапности отключения потребителей;
- срывом технологического процесса;
- простоем персонала и оборудования;
- непроизводительным расходом средств при восстановлении производства до значений, соответствующих моменту начала регулирования электропотребления;
- недовыпуска продукции и др.

# Режимы электропотребления обобщённого потребителя



## Устойчивость потребителей к управлению нагрузкой обеспечивается:

- наличием АЭ и их количества;
- особенностями режимов ЭП и возможностей АЭ;
- схемными возможностями воздействия на АЭ;
- моделированием вариантов поведения АЭ при различных воздействиях;
- предпочтительными сценариями поведения АЭ;
- возможностями предварительной подготовки технологического процесса потребителей для оптимального восприятия воздействий ЭЭС

## **АКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ –**

- 1) периодически включающиеся электроприёмники, сдвиг работы которых во времени не влияет (или минимально влияет) на технологический процесс;
- 2) потребители-регуляторы и объекты, отключение или изменение режима работы которых сопровождается минимальным экономическим ущербом

# Анализ пространства состояний работоспособности потребителя

Пространство состояний потребителя Z							
Нормальный режим	Режимы пониженной эффективности					Безаварийный останов производства	Полное погашение
	Снижение производительности	Потребитель-регулятор	Поддержание параметров технологии	Выпуск другой продукции	Работа на другом сырье		
Активные элементы управления электропотреблением						Жизненно важные элементы	

# Выделение областей пространства состояний $Z$ потребителя

- $Z_0 \subset Z$  – область катастроф
- $Z_1 \subset Z$  – аварийная область
- $Z_2 \subset Z$  – область пониженной  
эффективности  
функционирования

# Выделение пространства последствий управления электропотреблением

- $Y_0 \subset Y$  – область поражающих  
выходных последствий  
(возможная гибель людей)
- $Y_1 \subset Y$  – область разрушающих  
последствий  
(повреждение технологических  
элементов потребителя)



**Задача:** минимизировать  
вероятности наступления  
состояний

$$z_i \in Z_0, z_i \in Z_1, z_i \in Z_2$$

и выходных последствий

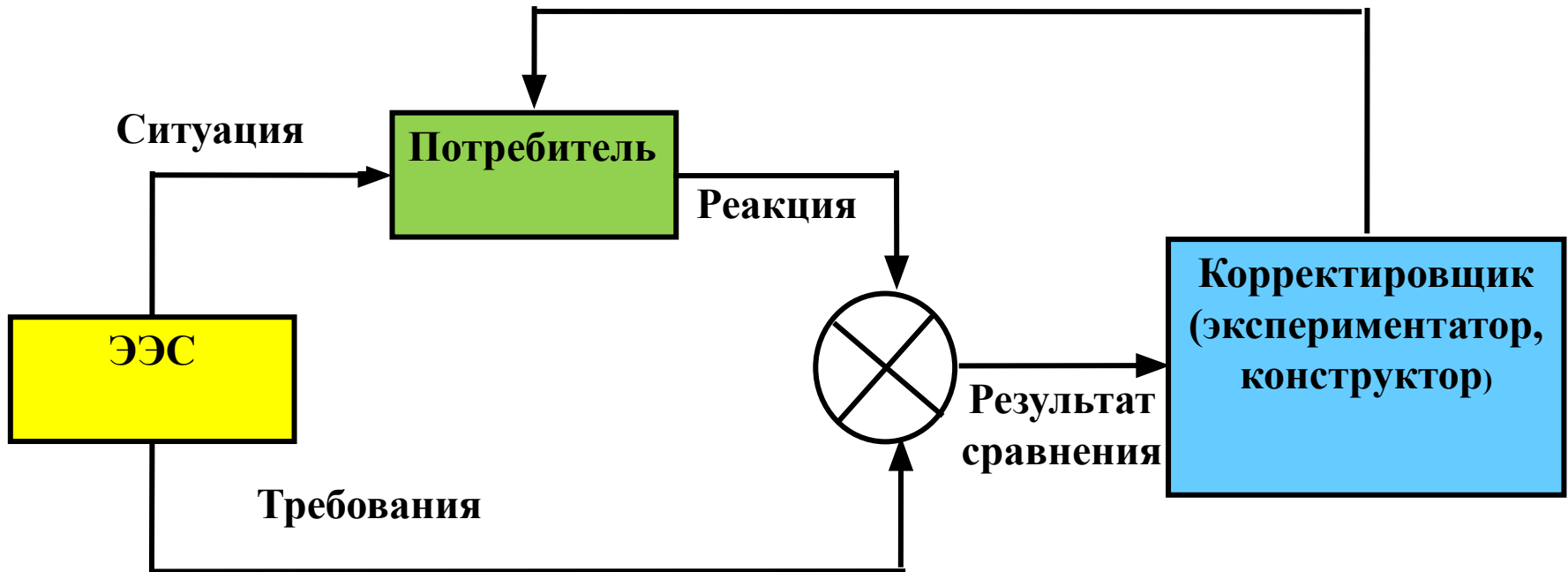
$$y_i \in Y_0, y_i \in Y_1$$

# **Об адаптивном управлении активными элементами**

Процесс функционирования активно-адаптивной электрической сети моделируется путём многократных воздействий и корректировок, осуществляемых экспериментатором (конструктором системы), которому известна желаемая реакция ЭЭС и (или) потребителя на определённые внешние воздействия.

# Структурная схема системы адаптивного управления активными элементами потребителя

Автоматическая настройка параметров  
и структуры



# Особенность управления (обучения):

**1)** для достижения цели недостаток априорной информации компенсируется за счёт текущей, обработка которой возможна на основании байесовского подхода к принятию решений в условиях неопределённости;

**2)** возможности адаптации системы управления активными элементами потребителя для обеспечения надёжности электроснабжения требуют детального исследования технологических особенностей потребителя;

**3)** необходимо учитывать, что контур адаптации может быть «введён в заблуждение» как своими собственными неисправностями (сбоями, отказами), так и внешними факторами, включая помехи.

# Совместимость целей в задачах управления электропотреблением

## ЦЕЛИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Уменьшение тарифов  
Улучшение условий договоров электроснабжения  
Расширение возможностей управления  
Энергосбережение  
Повышение качества обслуживания  
Сохранение образа жизни

Снижение затрат  
Выбор оптимальных условий договора  
**Повышение надежности оборудования и электроснабжения**  
Совершенствование программ управления нагрузкой  
Повышение загрузки оборудования  
Улучшение финансовых показателей  
Улучшение взаимоотношений

Инвестиции в реконструкцию существующих и новые мощности  
Снижение потребности в дефицитных видах топлива  
Укрупненное управление нагрузкой  
Увеличение резервов  
Увеличение тарифов

## ЦЕЛИ ЭНЕРГОСНАБЖАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Интересы ЭЭС определяются  
прибылью от повышения  
эффективности использования  
основного оборудования  $\mathcal{E}_o$  и  
снижения затрат на топливо  $\mathcal{E}_T$

Интересы потребителя –  
эффектом сокращения расходов  
по электропотреблению



## Эффективность управления нагрузкой включает:

$\mathcal{E}_{\text{ЭС}}$  – эффект энергосистемы

$\mathcal{E}_{\text{П}}$  – эффект потребителя.

## Требуемая информация:

$\Delta N$  – снижение потребляемой мощности

$c$  – тариф на электроэнергию

$t$  – длительность изменения режима  
электропотребления

$U$  – ущерб потребителя, от изменения режима  
нормальной работы.

# Заключение

Задача энергетики – интегрирование потребителя в систему планирования, функционирования и управления энергосистемой.

Построение интеллектуальной энергетики, возможно лишь с вовлечением конечного потребителя, без которого сегодня невозможно долгосрочное планирование и развитие отрасли.

Необходимо создание механизмов, стимулирующих участие потребителя в финансировании проектов интеллектуальной электроэнергетики.

Основные направления:

управление спросом;

энергоэффективность;

новые системы учета;

интеллектуальные сети.

Эффективность адаптивной системы обеспечивается только в сочетании структурной избыточности технологической системы потребителя и системы его электроснабжения.