

**Управление  
реологическим  
поведением  
полуфабрикатов  
производства  
хлебобулочных изделий**

**проф. Черных В.Я.  
Московский государственный  
университет пищевых производств**



# **УПРАВЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ ПОЛУФАБРИКАТОВ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**- строится на**

- **корректировке технологических свойств сырья по установленным его критическим точкам;**
- **на расчете производственной рецептуры с учетом водопоглотительной способности муки;**
- **определении оптимальных параметров протекания технологических операций процесса производства хлебобулочных изделий;**
- **определении ритма функционирования технологической линии;**

**- при наличии**

- **автоматизированной производственной технологической лаборатории;**
- **экспертной системы цехового технолога;**
- **системы управления хлебопекарным предприятием (АСУ П и АСУ ТП).**



## Критические точки свойств пшеничной муки (на примере муки высшего сорта)

1. Белизна муки (не менее 54 ед. пр. РЗ-БПЛ);
2. Способность муки к потемнению (10-11%);
3. Цвет муки (отношение количества желтого цвета к суммарному количеству белого и коричневого цветов (0,4-0,5));
4. Автолитическая активность муки (по ЧП -  $235 \pm 15$  с);
5. Количество клейковины (не менее 28%);
6. Общая деформация клейковины (75-80ед. пр. ИДК);
7. Титруемая кислотность (не более 3 град.);



**Расчет производственной рецептуры  
осуществляется с учетом критических  
точек реологических свойств теста после  
его замеса**

Критические точки свойств теста после  
замеса:

- Консистенция (640-650 ед. пр. Фар.);
- Температура (26-28 °С);

Влажность теста определяется с  
учетом его рецептуры и  
водопоглотительной способности муки,  
обусловленной реологическими  
свойствами теста.



# Определение оптимальных параметров протекания технологических операций процесса производства хлебобулочных изделий

Например:

- Продолжительности замеса теста;
- Частоты вращения месильных органов;
- Продолжительности округления;
- Зазора между валками при вальцевании;
- Частоты вращения валков;
- Продолжительности закатки;
- Длины прижимной плиты;
- Продолжительности созревания теста;
- Продолжительности окончательной расстойки тестовых заготовок;
- Параметров паровоздушной среды в шкафу для окончательной расстойки тестовых заготовок.
- Параметров пекарной камеры.



# Замес теста



# Критические точки свойств пшеничного теста после замеса

Мкр,  
Н·м



Т#зам, с

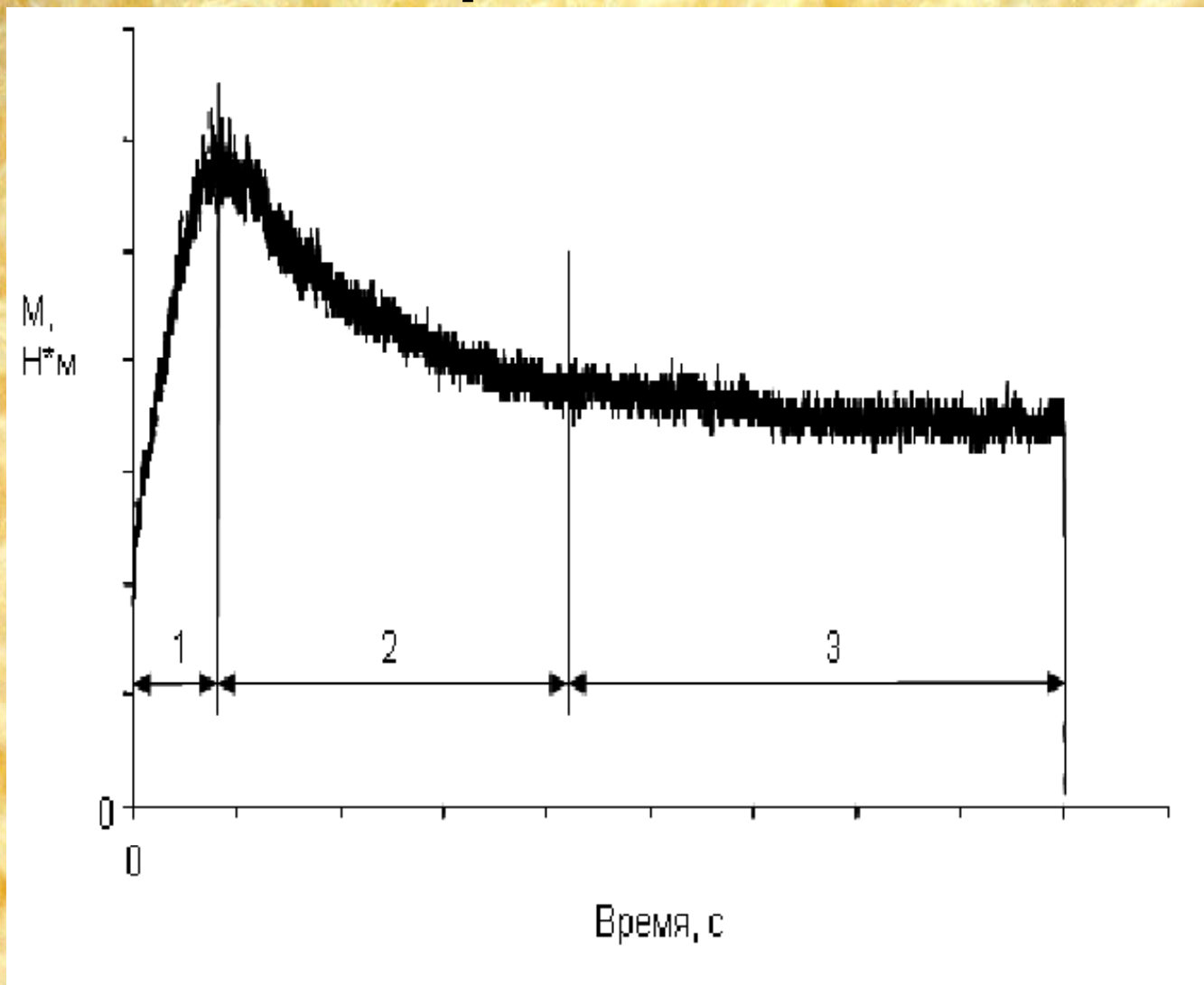


# Замес и прессование макаронного теста





# Изменение крутящего момента на приводе месильных органов в процессе замеса макаронного теста



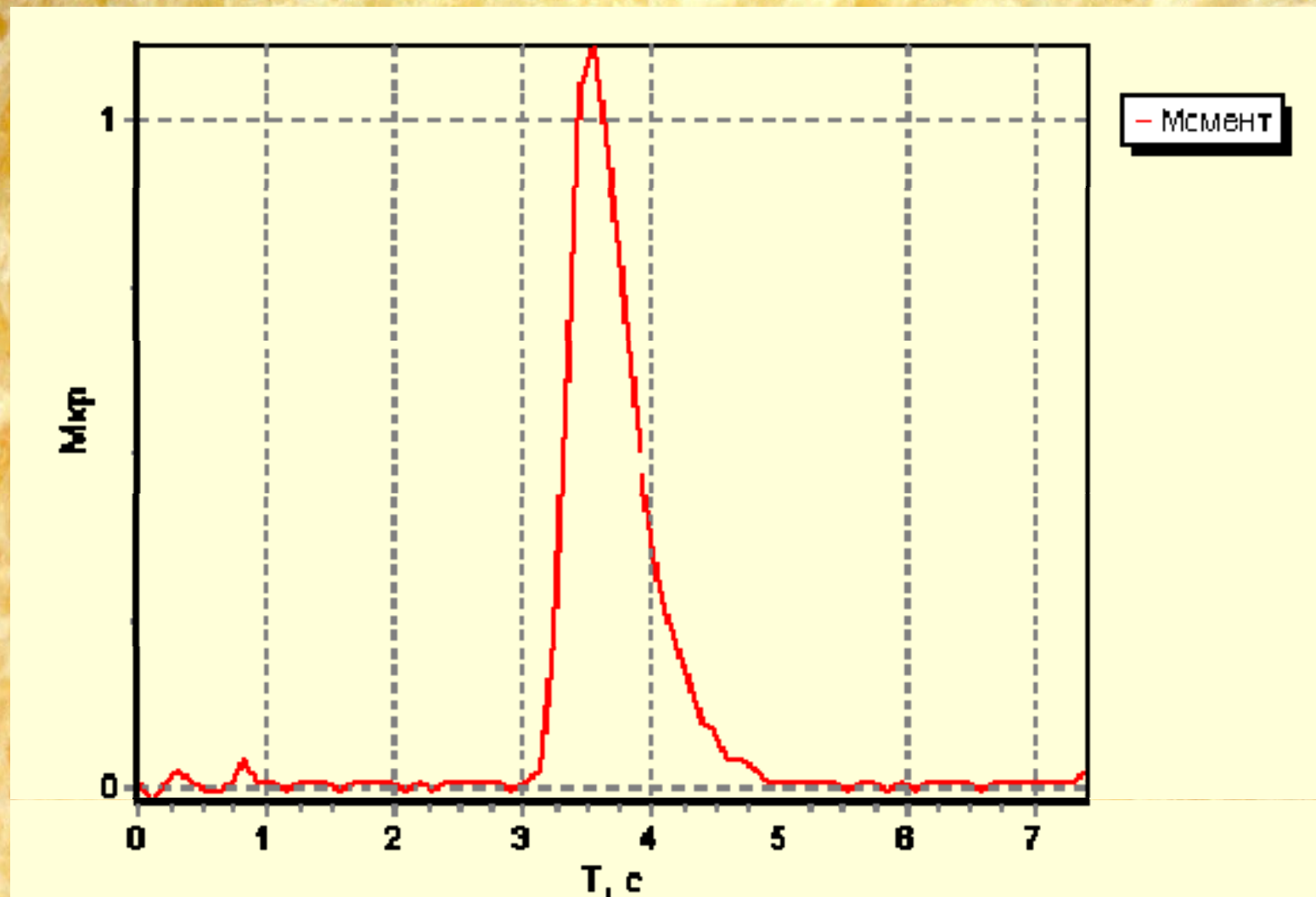


# Вальцевание тестовых заготовок





# Изменение крутящего момента на приводе валков в процессе прокатки тестовых заготовок



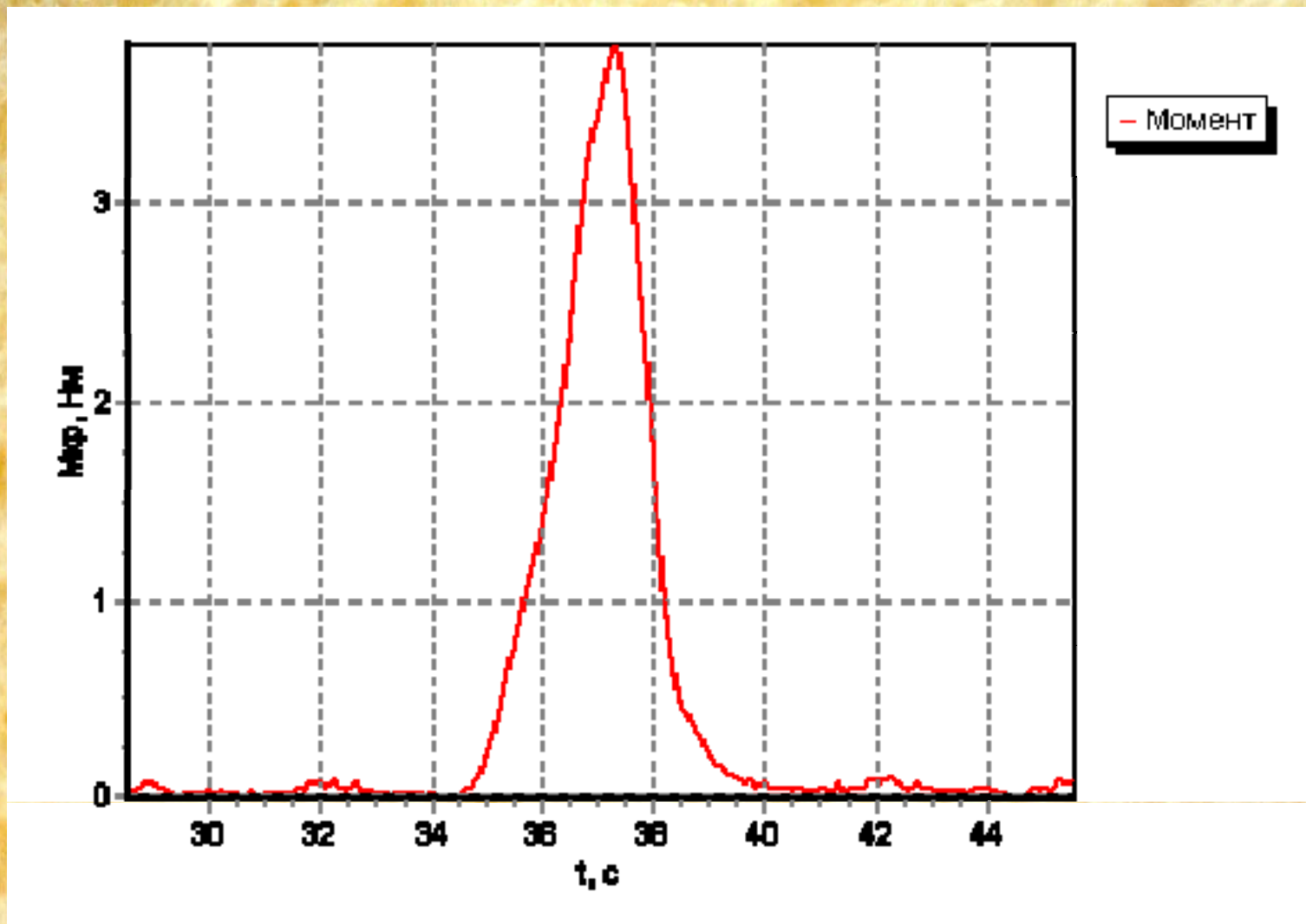


# Закатка тестовых заготовок



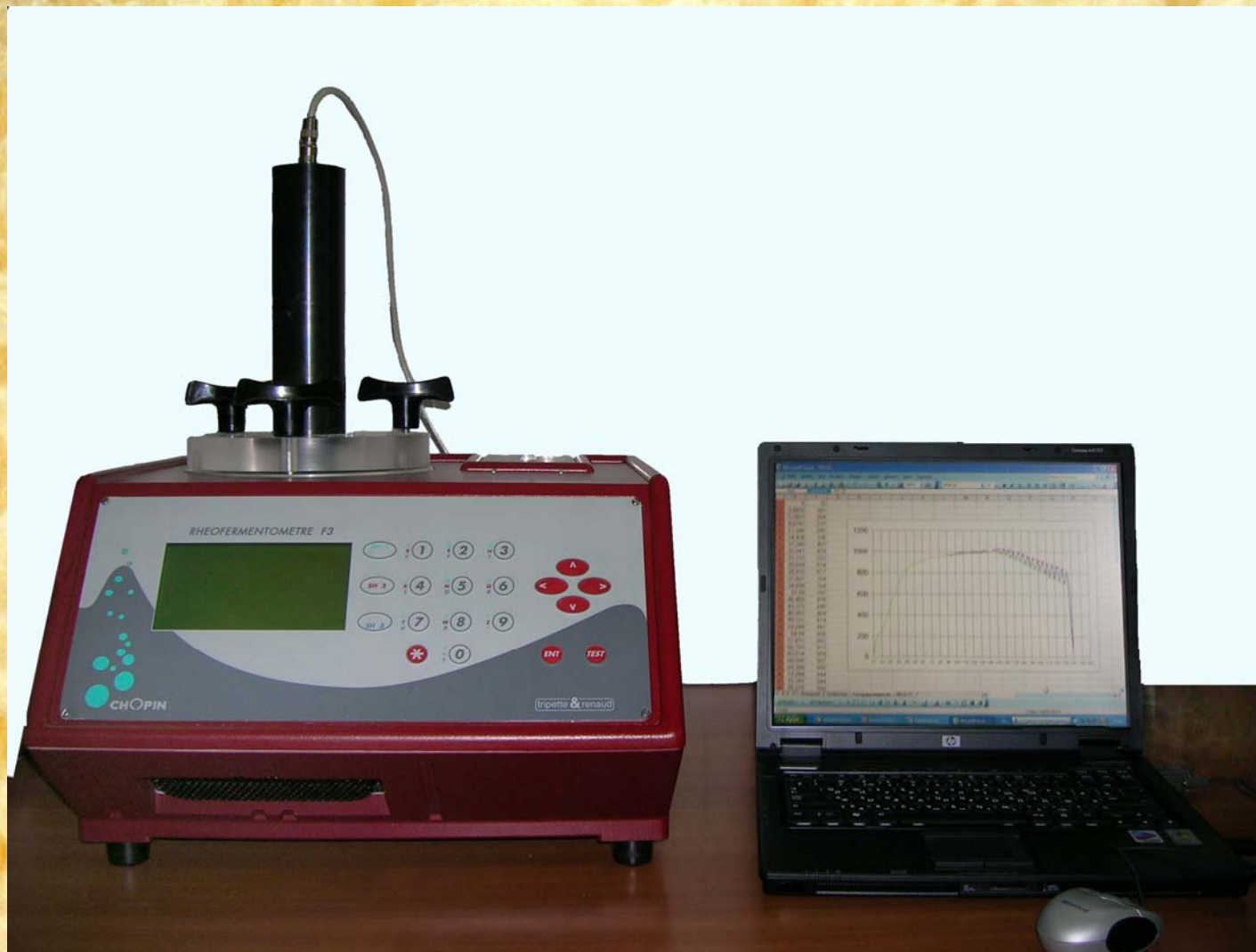


# Изменение крутящего момента на приводе валков в процессе закатки тестовых заготовок



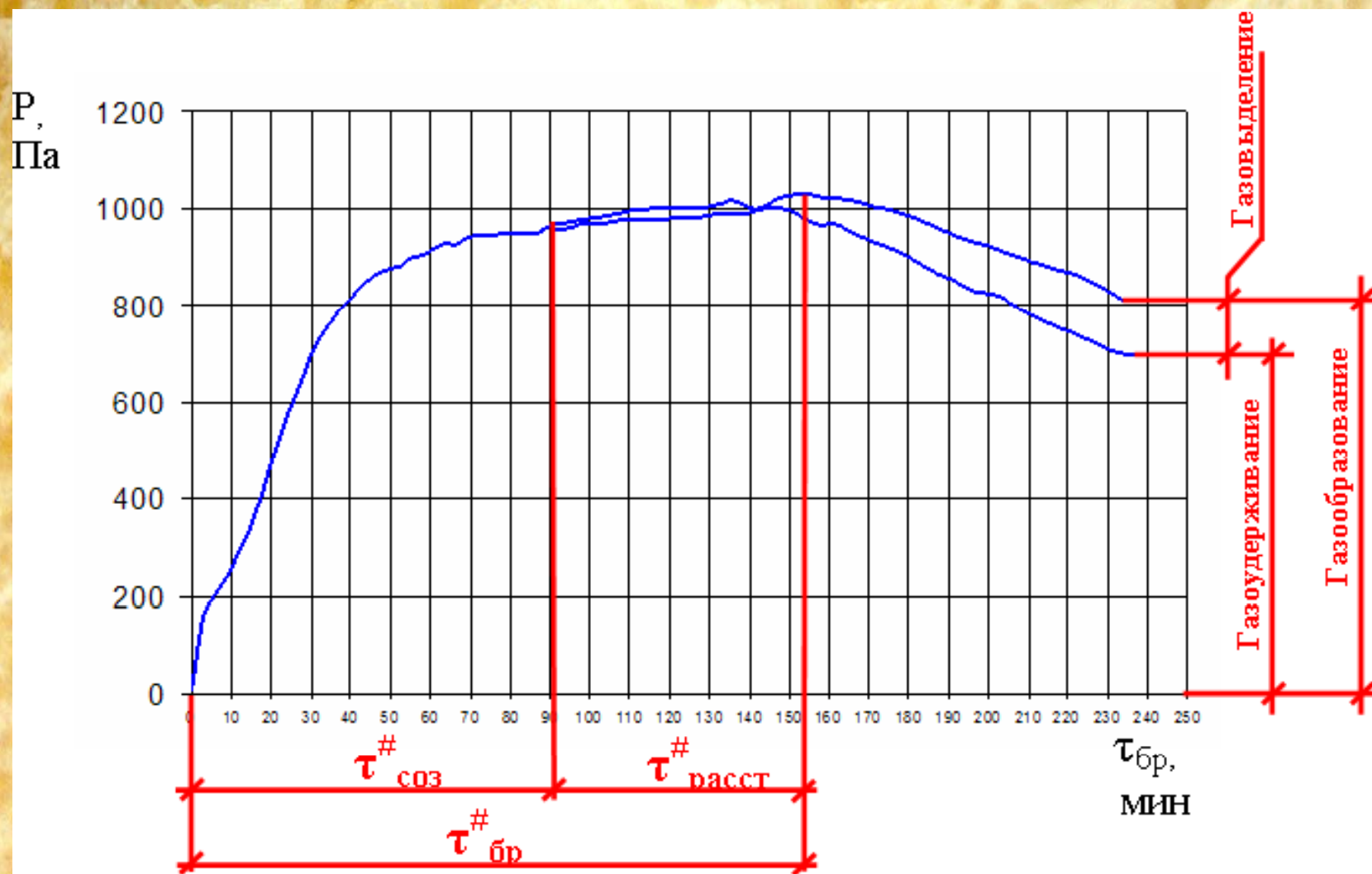


# Брожение теста при протекании операций созревания и окончательной расстойки





# Контроль операций созревания теста и окончательной расстойки тестовых заготовок



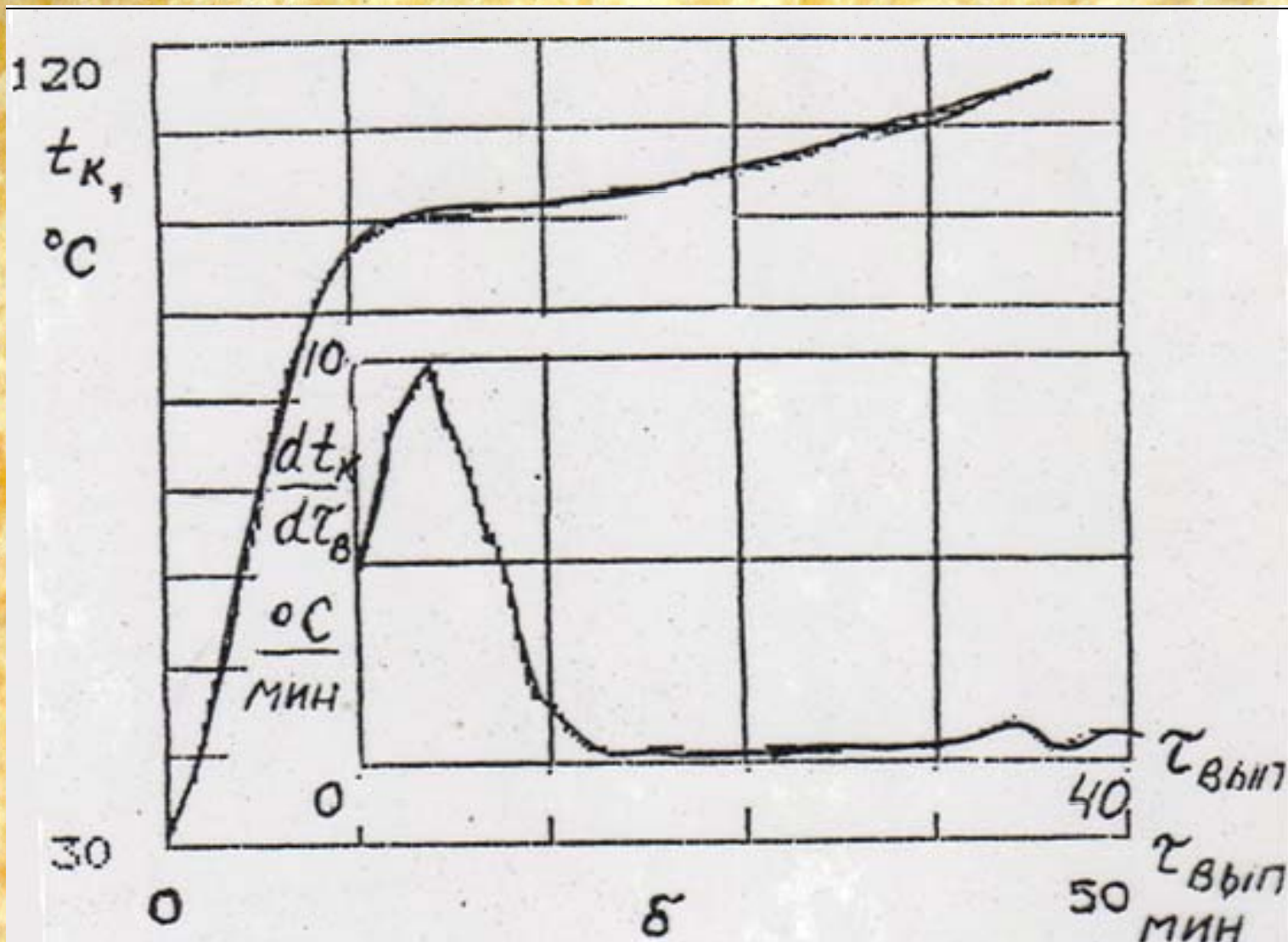


# Выпечка хлебобулочных изделий





# Контроль процесса выпечки хлебобулочных изделий





**Технологические критерии оптимизации механических операций: замеса, округления, вальцевания, закатки, прессования и т.д.**

$$I_{уд} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_m \cdot M_{кр}}{G_m} \quad \text{кДж/кг} \cdot \text{с}$$

$$A_{уд} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_m \int M_{кр}(\tau_{зам}) \cdot d \cdot \tau_{зам}}{G_m} \quad \text{кДж/кг}$$

$$\mu = n_m \cdot \tau_{зам}^{\#}$$




# Определение ритма функционирования технологической линии

Определение ритма замеса теста:

$$r = \frac{G^{1\text{замес}}_{\text{муки}}}{G_{\text{муки.мин.}}} ; \text{МИН}$$

$$G_{\text{муки.мин.}} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100}{B_{\text{хл}} \cdot 60} ; \text{кг / МИН}$$

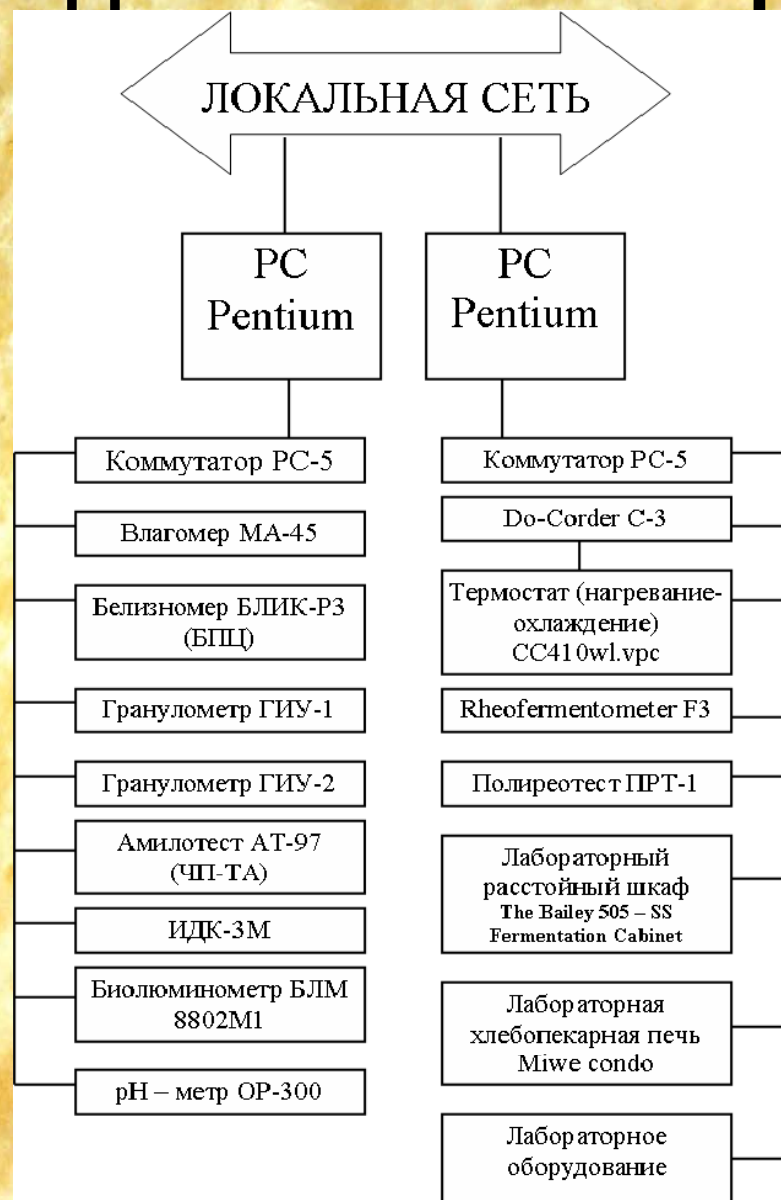




**Представленная методология  
по управлению реологическим  
поведением полуфабрикатов  
возможна при наличии:**



# Состав автоматизированной производственной лаборатории



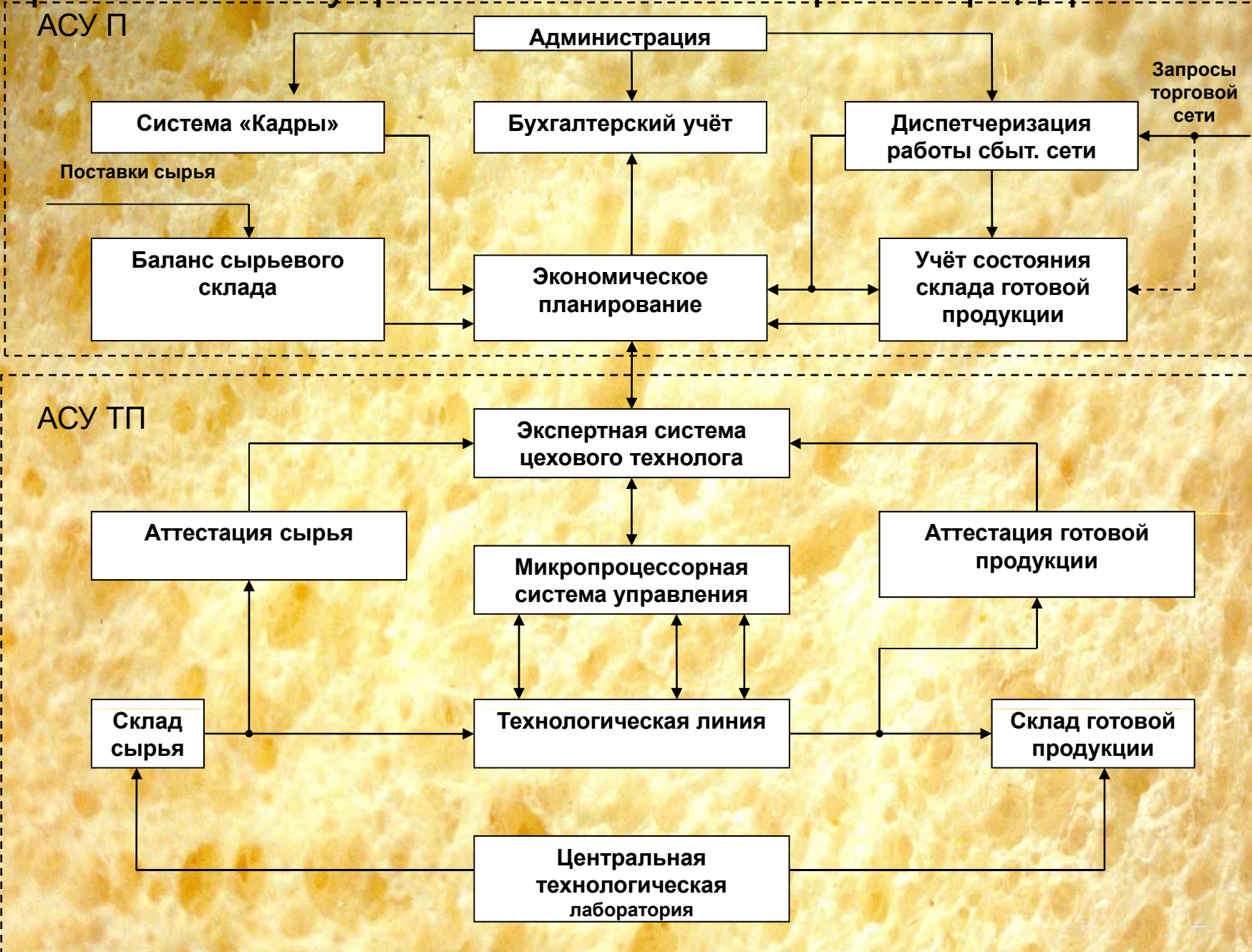


# **Экспертная система цехового технолога:**

- Информационно-измерительный комплекс, объединяющий приборы установленные в цеховой лаборатории и датчики, расположенные на технологическом оборудовании;
- Программное обеспечение позволяющее формировать алгоритмы управления технологическим оборудованием.



# Архитектоника управления хлебопекарным предприятием





спасибо за внимание

