

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (ЗЕРНО, МУКА, ХЛЕБ)

Е.Н. Михалева, Н.А. Рябченко, О.В. Кузьмин

*Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского*

При определении качества зерна озимой мягкой пшеницы возникает необходимость в одновременном рассмотрении нескольких показателей формирующих качество. Качество зерна пшеницы – сложное интегральное понятие. Все показатели, которые характеризуют какую-либо сторону качества зерна пшеницы, взаимосвязаны между собой, дополняют один другой, а их определение направленно на влияние выхода и качество конечных продуктов, которые производят из зерна пшеницы. В этом случае показатели качества, характеризующие объект исследования, необходимо каким-либо способом объединять, т.е. переходить к обобщенному показателю, и этот обобщенный показатель может служить комплексным показателем качества, включающим в себя ряд характеристик.

Так как каждый отдельный показатель качества имеет свой смысл и свою размерность, для того, чтобы их объединять для каждого из них нужно применять некоторую однотипную безразмерную шкалу.

Пусть объект характеризуют n частных откликов y_u , ($u=1,2,\dots,n$) и каждый отклик измерен в N опытах, тогда y_{ui} – это значение u -го отклика в i -ом опыте

($i=1,2,\dots,N$). Для каждого отклика введём простейшее бинарное преобразование по шкале 0 или 1. Ноль - значение показателя не удовлетворяет требованиям НД - продукт бракованный; а единица - удовлетворяет требованиям НД, продукт качественный. Так как каждый преобразованный отклик принимает только два значения ноль и единица, поэтому обобщённый показатель качества тоже будет принимать только два значения, по формуле:

$$Y_i = \prod_{u=1}^n y_{ui}, \quad (1)$$

где Y_i - обобщенный показатель качества в i -ом опыте;

y_{ui} - частные показатели качества в i -ом опыте.

Используя полученные результаты показателей качества зерна озимой мягкой пшеницы, которые в активном эксперименте подвергались исследованию, получаем средние значения, которые даны в табл. 1.

Критические (граничные) значения показателей качества, исследуемых сортов зерна озимой мягкой пшеницы, приняты на основании требований НД, а также исходя из практических соображений.

Таблица 1 – Натуральные значения частных откликов сортов мягкой пшеницы

Год выращи- вания	Название показателя качества, единица измерения									
	Натура, г/л	Стекловид- ность, %	Влажность, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля сырой клейко- вины, %	Качество клей- ковины (ИДК), г/г	Число падений, с	Показатель се- диментации,	Масса 1000 зе- рен, г	Урожайность, ц/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алексеевка										
оптимальный	790	55	13,8	16,2	35,4	70	241	50	48,3	72,8
засушливый	740	58	12,4	16,7	36,5	65	240	52	47,2	69,2
влажный	795	45	14,0	15,3	33,8	72	265	48	49,2	75,8
Богиня										
оптимальный	785	55	13,7	15,3	34,2	75	235	48	45,1	65,9
засушливый	733	57	13,3	16,4	36,1	69	250	56	43,5	63,9
влажный	795	45	14,0	15,2	33,2	74	265	43	47,6	68,4
Краплина										
оптимальный	780	42	13,5	14,0	30,4	85	228	41	43,5	61,2
засушливый	673	47	12,8	14,7	32,4	77	235	45	41,1	59,7
влажный	790	38	13,9	13,8	28,5	83	250	38	45,5	63,2
Лист 25										

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
оптимальный	765	33	13,6	13,1	27,0	105	213	35	36,2	54,7
засушливый	694	36	12,2	13,4	27,9	88	210	37	34,2	52,1
влажный	780	28	13,8	10,7	22,6	110	220	31	37,9	56,2
Поляница										
оптимальный	760	32	13,8	13,3	27,3	100	218	38	35,9	53,4
засушливый	675	35	12,4	13,8	28,9	93	200	35	33,9	51,4
влажный	775	25	14,0	10,3	22,1	110	215	32	36,9	55,2

Для каждого отклика введём следующие условия преобразования:

$$\text{NATUR} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{NATUR} - Z_i \geq 730 \\ 0, & \text{если } \text{NATUR} - Z_i < 730 \end{cases} ; \quad \text{VLAG} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{VLAG} - Z_i \leq 14,0 \\ 0, & \text{если } \text{VLAG} - Z_i > 14,0 \end{cases} ;$$

$$\text{BELOK} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{BELOK} - Z_i \geq 11 \\ 0, & \text{если } \text{BELOK} - Z_i < 11 \end{cases} ; \quad \text{KLEY} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{KLEY} - Z_i \geq 18 \\ 0, & \text{если } \text{KLEY} - Z_i < 18 \end{cases} ;$$

$$\text{PADEN} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 150 \leq \text{PADEN} - Z_i \leq 300 \\ 0, & \text{если } 150 \geq \text{PADEN} - Z_i \geq 300 \end{cases} ; \quad \text{IDK} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 45 \leq \text{IDK} - Z_i \leq 100 \\ 0, & \text{если } \text{IDK} - Z_i > 100 \end{cases} ;$$

$$\text{SEDIM} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 40 \leq \text{SEDIM} - Z_i \leq 60 \\ 0, & \text{если } 40 \geq \text{SEDIM} - Z_i \geq 60 \end{cases} ; \quad \text{MASS} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{MASS} - Z_i \geq 25 \\ 0, & \text{если } \text{MASS} - Z_i < 25 \end{cases} ;$$

$$\text{UROG} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{UROG} - Z_i \geq 60 \\ 0, & \text{если } \text{UROG} - Z_i < 60 \end{cases} ; \quad \text{STEK} - Z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \text{MASS} - Z_i \geq 30 \\ 0, & \text{если } \text{MASS} - Z_i < 30 \end{cases}$$

В таблице 2 приведены преобразованные значения частных откликов и обобщенный отклик в каждом опыте эксперимента. При исследовании пшеницы сортов Алексеевка и Богиня, выращенных в различных климатических условиях (оптимальный, влажный и засушливый годы выращивания) все функции отклика показателей качества соответствует установленным требованиям - значение обобщенного отклика равно единице. Для сорта пшеницы Краплина значение обобщенного отклика равно единице только при оптимальных условиях выращивания. Сорта пшеницы Лист25 и Поляница имеют значения единицы для отдельных показателей качества, но обобщенный показатель для этих сортов равен нулю при всех условиях.

Таблица 2 – Преобразованные значения откликов сортов мягкой пшеницы

Год выращи- вания	Частные										Обобщённый
	Натура, г/л	Стекловидность, %	Влажность, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля сырой клейкови- ны, %	Качество клейко- вины (ИДК), е.п.	Число падения, с	Показатель седи- ментации, мл	Масса 1000 зе-	Урожайность, ц/га	
Алексеевка											
оптимальный	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
засушливый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
влажный	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Богиня											
оптимальный	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
засушливый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
влажный	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Краплына											
оптимальный	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
засушливый	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
влажный	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Лист 25											
оптимальный	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
засушливый	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
влажный	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Поляница											
оптимальный	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
засушливый	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
влажный	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0

Учитывая тот факт, что показатели качества зерна пшеницы характеризуют его, в первую очередь, как сырье для перерабатывающих предприятий, не учитывая при этом целый спектр показателей, определяющих его технологические свойства, нами было принято решение, определить обобщенный показатель качества и для муки, полученной из исследуемых сортов зерна озимой мягкой пшеницы, выращенных в оптимальных условиях, и для хлеба из этой муки.

Используя полученные результаты показателей качества муки из исследуемых сортов зерна озимой мягкой пшеницы, которые в активном эксперименте подвергались исследованию, получаем средние значения, которые даны в табл. 3. Критические значения показателей качества назначены с учетом требований НД и из практических соображений.

Таблица 3 – Натуральные значения частных откликов для муки из исследуемых сортов

Название показателя, единица измерения	Мука из сортов пшеницы				
	Алексеевка	Богиня	Краплына	Лист25	Поляница
Влажность, %	14,5	14,2	13,8	14,8	15,0
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,46	0,46	0,52	0,53	0,51
Белизна, условных единиц прибора РЗ-БПЛ	50	43	50	45	49
Крупность помола, %: - остаток на сите из шелковой ткани № 35 или № 33/36 ПА	1,7	1,3	1,0	1,9	1,2
- проход сквозь сито из шелковой ткани № 43 или 49/52 ПА	86	88	88	83	84
Клейковина сырая, - количество, %	37,4	36,5	33,2	29,2	29,5
- качество (ИДК), е.п.	70	75	85	105	100
Число падения, с	241	235	228	213	218
Газообразующая способность, мл	1504	1492	1370	1382	1289
Сахаробразующая способность, мг	301	299	280	270	260
Валориметрическая оценка, %	85	79	70	42	45
Разжижение, е.ф.	33	39	55	127	132
Упругость теста, мм	95	92	84	65	60
Коэффициент альвеограммы	1,4	1,19	0,94	0,57	0,52
Удельная деформация теста, Дж	410	405	325	210	205

Для каждого показателя качества введём следующие условия:

$$VLAG-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } VLAG-M_i \leq 15 \\ 0, & \text{если } VLAG-M_i > 15 \end{cases} ; \quad ZOLN-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } ZOLN-M_i \leq 0,55 \\ 0, & \text{если } ZOLN-M_i > 0,55 \end{cases} ;$$

$$BELIZ-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } BELIZ-M_i > 36 \\ 0, & \text{если } BELIZ-M_i < 36 \end{cases} ; \quad KRUP-M35_i = \begin{cases} 1, & \text{если } KRUP-M35_i \leq 2 \\ 0, & \text{если } KRUP-M35_i > 2 \end{cases} ;$$

$$KRUP-M_{43} = \begin{cases} 1, & \text{если } KRUP-M_{43} \geq 80 \\ 0, & \text{если } KRUP-M_{43} < 80 \end{cases} ; \quad KLEY-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } KLEY-M_i \geq 25 \\ 0, & \text{если } KLEY-M_i < 25 \end{cases} ;$$

$$IDK-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 20 \leq IDK-M_i \leq 100 \\ 0, & \text{если } 20 > IDK-M_i > 100 \end{cases} ; \quad PADEN-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 300 > PADEN-M_i \geq 160 \\ 0, & \text{если } PADEN-M_i < 160 \end{cases} ;$$

$$GAZ-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } GAZ-M_i \geq 1300 \\ 0, & \text{если } GAZ-M_i < 1300 \end{cases} ; \quad SAHARM_i = \begin{cases} 1, & \text{если } SAHARM_i \geq 275 \\ 0, & \text{если } SAHARM_i < 275 \end{cases} ;$$

$$VALOZ-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } VALOZ-M_i \geq 46 \\ 0, & \text{если } VALOZ-M_i < 46 \end{cases} ; \quad RAZGM_i = \begin{cases} 1, & \text{если } RAZGM_i \leq 120 \\ 0, & \text{если } RAZGM_i > 120 \end{cases} ;$$

$$YPRUG-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } YPRUG-M_i \geq 70 \\ 0, & \text{если } YPRUG-M_i < 70 \end{cases} ; \quad KA-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } 0,8 \leq KA-M_i \leq 2 \\ 0, & \text{если } 0,8 > KA-M_i > 2 \end{cases} ;$$

$$SILA-M_i = \begin{cases} 1, & \text{если } SILA-M_i \geq 240 \\ 0, & \text{если } SILA-M_i < 240 \end{cases}$$

В табл. 4. приведены преобразованные значения частных показателей качества и обобщенный по формуле (1) показатель качества для каждого образца пшеничной муки.

Для образцов муки полученной из сортов пшеницы Алексеевка, Богиня и Краплына все функции отклика показателей качества соответствует установленным требованиям - значение обобщенного отклика равно единице. Для образцов муки полученной из сортов пшеницы Лист25 и Поляница обобщенный показатель качества равен нулю.

Таблица 4 – Преобразованные значения откликов

Частные	Мука из сорта пшеницы				
	Алексеевка	Богиня	Краплына	Лист25	Поляница
1	2	3	4	5	6
Влажность, %	1	1	1	1	1
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	1	1	1	1	1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Белизна, условных единиц прибора РЗ-БПЛ	1	1	1	1	1
Крупность помола, %: - остаток на сите из шелковой ткани № 35 или № 33/36 ПА	1	1	1	1	1
- проход сквозь сито из шелковой ткани № 43 или 49/52 ПА	1	1	1	1	1
Клейковина сырая, - количество, %	1	1	1	1	1
- качество (ИДК), е.п.	1	1	1	0	1
Число падения, с	1	1	1	1	1
Газообразующая способность, мл	1	1	1	1	0
Сахаробразующая способность, мг	1	1	1	0	0
Валориметрическая оценка, %	1	1	1	0	0
Разжижение, е.ф.	1	1	1	0	0
Упругость теста, мм	1	1	1	0	0
Коэффициент альвеограммы	1	1	1	0	0
Удельная деформация теста, Дж	1	1	1	0	0
Обобщенный	1	1	1	0	0

Используя результаты, полученные при проведении пробной лабораторной выпечке хлеба из муки исследуемых сортов зерна озимой мягкой пшеницы, которые в активном эксперименте подвергались исследованию, получаем средние значения, которые даны в табл. 5.

Таблица 5 – Натуральные значения частных откликов для хлеба

Название показателя, единица измерения	Хлеб из муки сорта пшеницы				
	Алексеевка	Богиня	Краплына	Лист25	Поляница
Влажность мякиша, %	45	43	45	44	45
Кислотность мякиша,	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4
Пористость мякиша, %	75	72	67	53	58
Объемный выход хлеба,	610	602	520	386	362
Формоустойчивость	0,64	0,62	0,50	0,35	0,33
Дегустационная оценка,	4,8	4,8	4,6	3,2	3,2

При оценке показателей качества хлеба из пшеничной муки критические значения показателей качества назначены с учетом требований НД и из практических соображений.

Для каждого показателя качества введём следующие условия:

$$\begin{aligned} \text{VLAX}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } 40 \leq \text{VLAX}_i \leq 48 \\ 0, & \text{если } 40 > \text{VLAX}_i > 48 \end{cases} ; & \text{KISL-X}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } 3 \leq \text{KISL-X}_i \leq 5 \\ 0, & \text{если } 3 > \text{KISL-X}_i > 5 \end{cases} ; \\ \text{POR-X}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } \text{POR-X}_i \geq 63 \\ 0, & \text{если } \text{POR-X}_i < 63 \end{cases} ; & \text{V-X}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } \text{V-X}_i \geq 400 \\ 0, & \text{если } \text{V-X}_i < 400 \end{cases} ; \\ \text{FORMX}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } \text{FORMX}_i \geq 0,4 \\ 0, & \text{если } \text{FORMX}_i < 0,4 \end{cases} ; & \text{BAL-X}_i &= \begin{cases} 1, & \text{если } \text{BAL-X}_i \geq 3,5 \\ 0, & \text{если } \text{BAL-X}_i < 3,5 \end{cases} . \end{aligned}$$

Преобразование значения частных откликов показателей хлеба пшеничного и обобщенный показатель качества приведены в таблице 6.

Обобщенный показатель качества равен единице для хлеба из муки пшеницы сортов Алексеевка, Богиня и Краплына, что подтверждает прямую зависимость между качеством сырья и конечного продукта при оптимальных условиях ведения технологического процесса.

Данный метод обобщения показателей качества имеет недостаток. Он позволяет определить только качественно наилучшие характеристики исследуемого образца. Для количественного выражения обобщенного отклика необходимо использовать другие методы.

Таблица 6 – Преобразование значений откликов для показателей хлеба

Частные	Хлеб из муки сорта пшеницы				
	Алексеевка	Богиня	Краплына	Лист25	Поляница
Влажность мякиша, %	1	1	1	1	1
Кислотность мякиша, град	1	1	1	1	1
Пористость мякиша, %	1	1	1	0	0
Объемный выход хлеба, мл	1	1	1	0	0
Формоустойчивость (h:d)	1	1	1	0	0
Общая дегустационная оценка, бал	1	1	1	0	0
Обобщенный	1	1	1	0	0

Так, в работе Адлер Ю.П. предложен метод объединения частных откли-

ков показателей качества исследуемых сортов зерна пшеницы с помощью среднегеометрической величины:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n D_i}, \quad (2)$$

где D - обобщенный отклик;

n - количество показателей качества;

D_i - безразмерное значение частного отклика (отклика i -го параметра).

Безразмерные величины частных откликов получают преобразованием значения контролируемого показателя с помощью функции желательности Харрингтона:

$$D_i = \exp[-\exp(-Y_i)], \quad (3)$$

где Y_i - кодированное значение безразмерной шкалы (от -3 до +3).

Можно использовать методы, разработанные квалиметрией - научным направлением, развивающем теоретическую базу комплексной количественной оценки (ККО) качества различных объектов.

На основании теоретико-методической базы квалиметрии нами разработана методика оценки качества зерна озимой мягкой пшеницы, пшеничной муки и хлеба из пшеничной муки. Выраженные в разных единицах измерения абсолютные значения показателей качества невозможно непосредственно свести в общий комплексный показатель без трансформации их к общей шкале измерения.

В соответствии с принципами квалиметрии, значение единичного показателя качества и качества продукции в целом должно быть оценено путем сравнения с базовым или эталонным значением. Эта оценка является безразмерной величиной. Существуют различные способы получения оценок, но наиболее перспективным считается способ, основанный на применении безразмерной шкалы Харрингтона, которая предусматривает 5 интервалов, в общем интервале шкалы от 1 до 0: 1,00...0,80 - очень хорошо (отлично); 0,80...0,63 - хорошо; 0,63...0,37 - удовлетворительно; 0,37...0,20 - плохо; 0,20...0,00 - очень плохо.

Функция желательности Харрингтона (рис.1) обладает такими полезными и важными свойствами как монотонность, непрерывность, гладкость, адекватность, эффективность и статистическая чувствительность.

Кодированные и соответствующие им абсолютные значения показателей свойства располагаются на оси абсцисс, значения относительных показателей - на оси ординат. Нулевое кодированное значение отвечает допустимому по НД абсолютному значению показателя свойствам с относительным показателем 0,37.

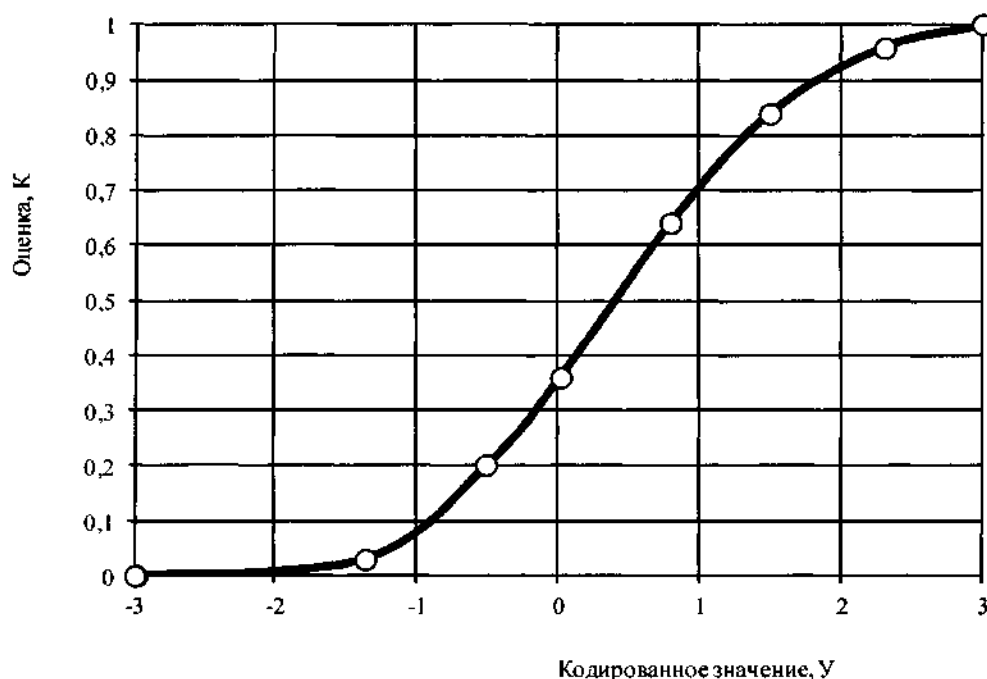


Рисунок 1 – Функция желательности Харрингтона для определения оценок нормируемых показателей качества

За эталонное значение $P_{эм}$ (с оценкой 1,0) принято среднее теоретическое значение этих показателей. Интервал значений показателей между оценками 1,00 и 0,37 а также между 0,37 и 0,00 был выбран с учётом обеспечения равномерности шкалы, а также из практических и логических соображений.

Для расчета комплексной оценки качества использовали средневзвешенные величины:

$$K = \prod_{i=1}^n K_i^{m_i}, \quad (4)$$

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i, \quad (5)$$

где K_i - оценка единичного показателя;

m_i - коэффициент весомости показателя;

n - количество показателей, которые учитываются.

Качество продукции состоит из качества сырья (зерно), качества полуфабриката (мука), качества готовой продукции (хлеб). При несоответствии хотя бы одного из составляющих может получиться готовое изделие низкого качества. Во избежание этому необходимо рассмотреть в отдельности структуру комплексного показателя качества каждого составляющего. На рис. 2 - 4 представлены структуры показателей качества зерна мягкой пшеницы, пшеничной муки и хлеба

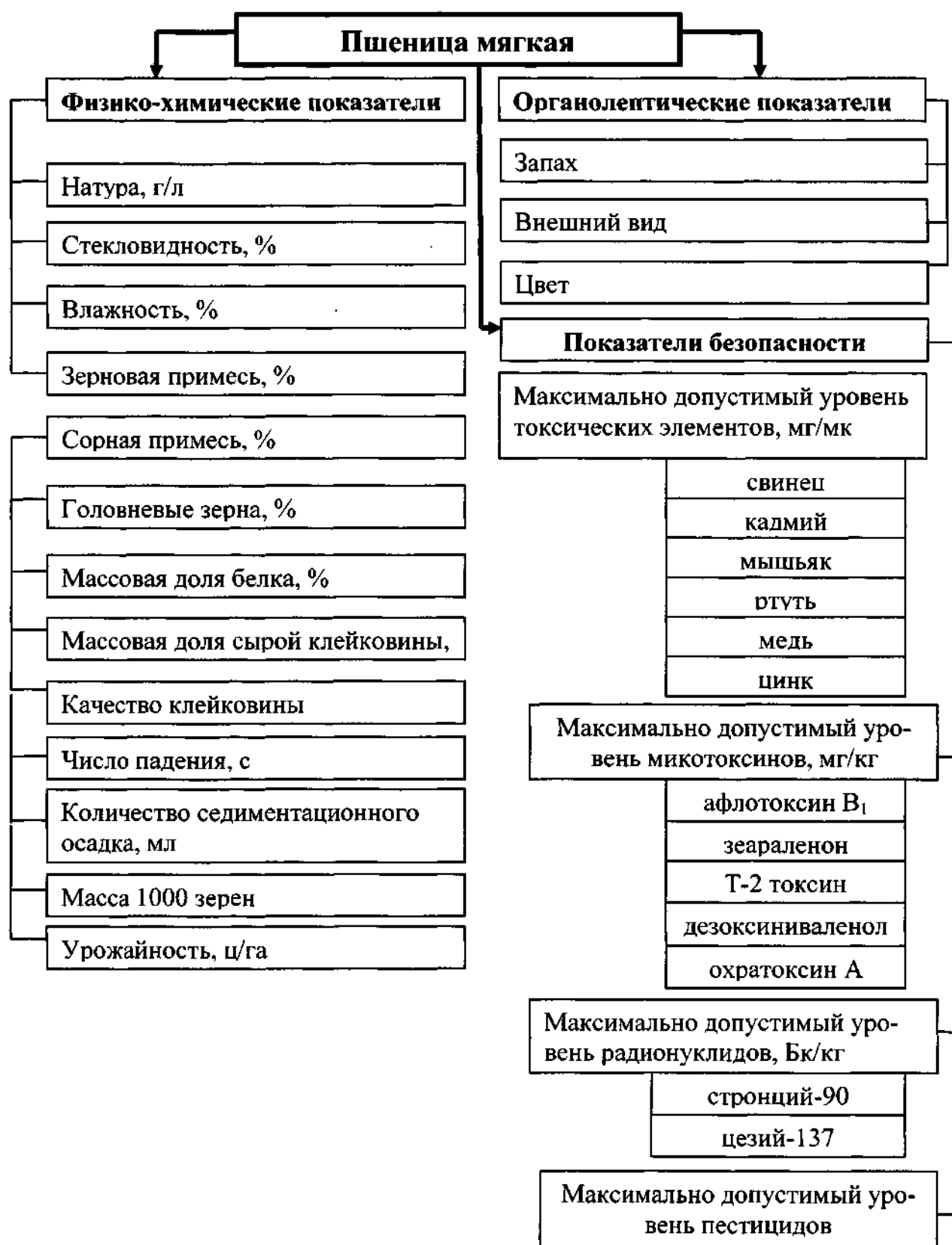


Рисунок 2 – Структура показателей качества зерна мягкой пшеницы

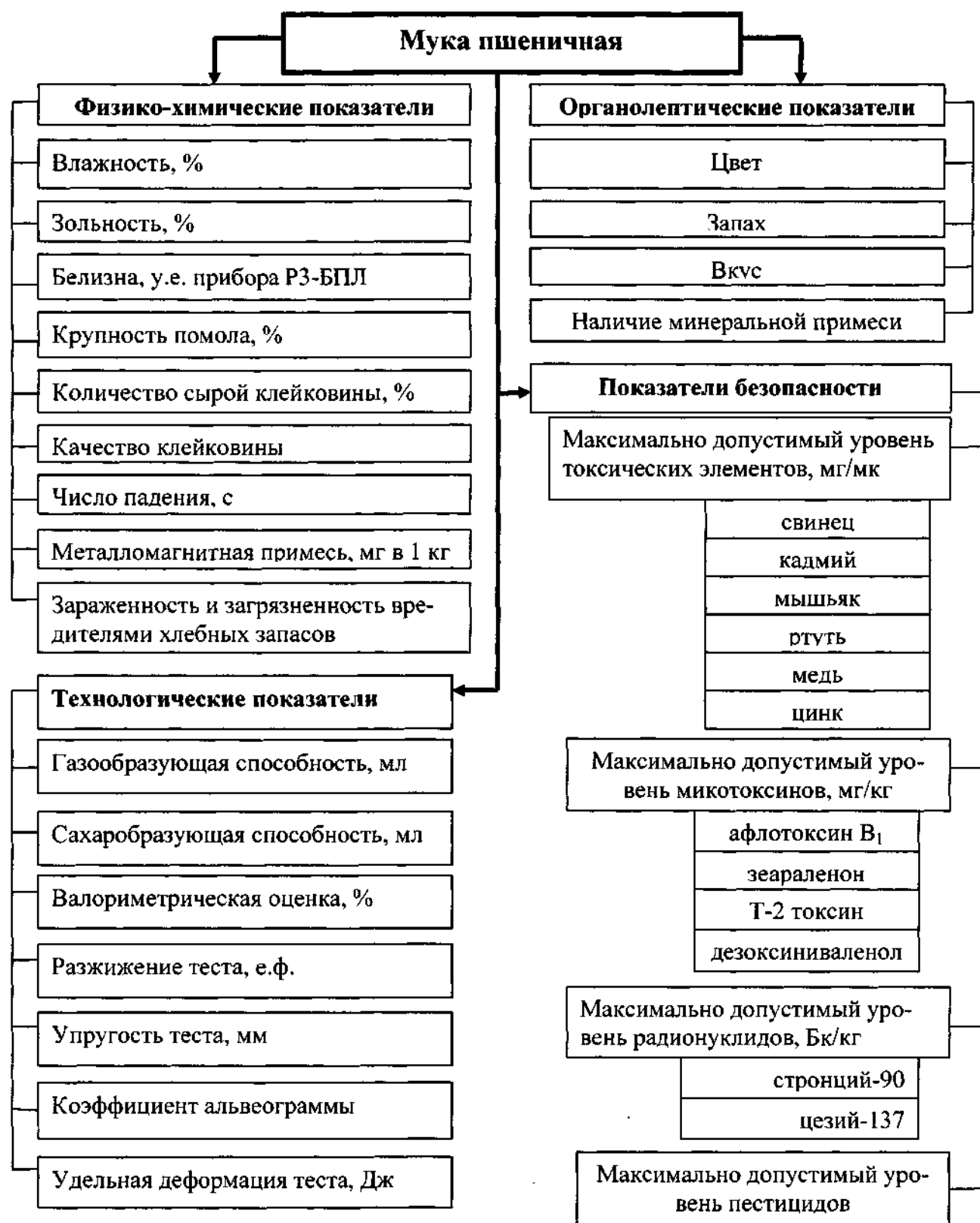


Рисунок 3 – Структура показателей качества пшеничной муки, вырабатываемой для хлебопечения



Рисунок 4 – Структура показателей качества хлеба из пшеничной муки

Относительные значения показателей качества K_{ij} определяли графическим методом с использованием кривой (рис.1), построенный по табл.7. Для этого разработана шкала узловых значений абсолютных показателей качества.

В табл. 7 приведены узловые значения показателей качества зерна мягкой пшеницы. Значения показателей, на которые распространяется действующей НД введены ограничения, выделенные жирным шрифтом.

Обоснование узловых значений были произведены с учетом требований ДСТУ 3768:2009 к мягкой пшенице предназначенной для мукомольной и хлебопекарной промышленности (группа А 1-3 классы) и кондиционных параметров для показателей качества не регламентируемых ДСТУ 3768:2010.

Для всех показателей качества, которые регламентируются стандартом нулевое кодированное значение взято для мягкой пшеницы группы А 3 класса. Нулевое кодированное значение для ненормируемых стандартом показателей качества взято нами как минимальное требование к качеству для сильной пшеницы для данных показателей.

Так, нулевое кодированное значение для натуры зерна пшеницы должно отвечать допустимому по ГСТУ 46.044-99 абсолютному значению – 730 г/л, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение натуры – 650 г/л, которое выбрано нами из практических соображений, так как пшеница с такой характеристикой по данному показателю является щуплой и непригодной для хлебопекарной промышленности.

Таблица 7 – Шкала узловых значений показателей качества зерна мягкой пшеницы

Название показателя, единица измерения	Оценка K_i					
	1,0	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
	Кодированные значения U					
	3,0	1,5	0,85	0	-0,5	-3,0
Натура, г/л	800	780	760	730	710	650
Влажность, %	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0
Стекловидность, %	60	50	40	30	25	20
Массовая доля белка, %	17	15	13	11,0	9	7
Массовая доля клейковины, %	38	31	24	18,0	15	10
Показатель ИДК, е.п.	45	60	80	100	110	120
Число падения, с	300	250	200	150	100	50
Показатель седиментации, мл	60	50	45	40	35	30
Масса 1000 зерен, г	50	40	30	25	20	15
Урожайность, ц/га	80	75	70	60	50	30

Так как информация по эталонному значению $P_{эп}$ (с оценкой 1,0) для данного показателя отсутствует, принимаем за абсолютное значение 800 г/л. При таком значении натуры зерно пшеницы считается хорошо выполненным и дает высокий выход муки. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 780; 760 и 710 г/л. Шаги движения не совпадают, т.к. для характеристики показателя на уровне «хорошо» нами взят показатель 760 г/л, который нормируется стандартом как минимальное значение для пшеницы группы А 1 класса. А для характеристики натуры зерна пшеницы на уровне «плохо» нами взято минимальное требование стандарта для пшеницы группы Б 1-2 классов.

Нулевое кодированное значение для влажности зерна пшеницы должно отвечать допустимому абсолютному значению – 14%, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 15%, которое мы принимаем учитывая неблагоприятные условия хранения зерна пшеницы при повышенной влажности, что приводит к развитию ряда бактерий и плесневых грибов. Кроме того, повышенная влажность свидетельствует о неполноценности зерна еще и с другой стороны. Чем больше воды, тем меньше сухого вещества и, следовательно, тем меньше выход муки и экстракта на единицу веса. Каждый процент воды в среднем уменьшает, например, выход экстракта на 0,75%. Но так как при влажности ниже 10% уничтожаются ферменты и могут возникнуть необратимые процессы свертывания белков, что ослабит всхожесть зерна, как эталонное значение $P_{эп}$ (с оценкой 1,0), мы принимаем абсолютное значение 12 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 13; 13,5; 14,5 %.

Для стекловидности зерна пшеницы нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 30 мл, с относительным показателем 0,37. Для относительного 0,00 - абсолютное значение – 20 мл, которое характеризует слабую пшеницу с низким содержанием белка. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем значение – 60 мл, учитывая равномерность шага 10 в одну сторону. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 50; 40; 25 мл.

Для массовой доли белка нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 11 %, с относительным показателем 0,37. Для данного показателя выбираем равномерный шаг в обе стороны равный 2. Тогда, для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 7 %. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем значение – 17 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 15; 13; 9%.

Для массовой доли клейковины нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 18%, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 10%, которое считается недопустимым для пшеницы используемой в хлебопечении. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем 38%. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) установлены по фактическим значениям и соответствуют абсолютным 31; 24; 15 %.

Для показателя ИДК нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению 100 е.п., с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 120 е.п., которое не характерно для клейковины II группы качества. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем абсолютное значение 45 е.п., нормируемое НД, характеризующее сильную клейковину I группы качества. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 60; 50; 110.

Для числа падения нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому по ДСТУ 3768:2010 абсолютному значению – 150 с., с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 50 с, которое мы получаем учитывая размерность шага – 50, в обе стороны. Эталонное значение $P_{эт}$ соответствует абсолютному – 300с. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 250; 200; 100 с.

Для показателя седиментации нулевое кодированное значение должно отвечать абсолютному значению – 40 мл, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 30 мл, которое характеризует слабую пшеницу с низким содержанием белка. За эталонное значение $P_{эт}$ принимает значение 60 мл, промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 40; 30; 20 мл.

Для урожайности нулевое кодированное значение должно отвечать абсолютному значению – 60 ц/га, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 30 ц/га. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем значение – 80 ц/га. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2)

будут соответствовать абсолютным 75; 70; 50 ц/га.

При составлении шкалы узловых значений показателей качества муки пшеничной из исследуемых сортов пшеницы мы использовали характеристики для муки первого сорта, регламентируемые ГСТУ 46.044-99 и кондиционные параметры, указанные в литературных источниках для оценки технологических показателей.

Для влажности муки пшеничной, полученной из исследуемых сортов зерна пшеницы нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 15,0 %, с относительным показателем 0,37. Принимаем размерность шага шкалы 0,5 и получаем для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 16,0 %. Значение $P_{\text{эт}}$ соответствует абсолютному 13,5 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 14,0; 14,5; 15,5 %.

Таблица 8 – Шкала узловых значений качества муки из исследуемых сортов пшеницы

Название показателя, единица измерения	Оценка K_i					
	1,0	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
	Кодированные значения U					
	3,0	1,5	0,85	0	-0,5	-3,0
Влажность, %	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0
Зольность в пересчете на сухое ве-	0,40	0,45	0,50	0,55	0,75	1,25
Белизна, условных единиц прибора	60	50	40	36	25	10
Крупность помола, %:	0,9	1,5	1,8	2	2,5	3,0
- проход сквозь сито из шелковой	90	85	82	80	75	70
Клейковина сырая,	38	30	27	25	21	18
- качество (ИДК), е.п.	65	70	85	100	105	110
Число падения, с	250	200	180	160	150	140
Газообразующая способность, мл	1600	1500	1400	1300	1270	1250
Сахаробразующая способность, мг	310	290	285	275	260	250
Валориметрическая оценка, е.п.	100	85	70	46	40	30
Разжижение, е.ф.	30	45	60	80	120	150
Упругость теста, мм	100	90	80	70	65	55
Коэффициент альвеограммы	2,0	1,5	1,0	0,8	0,4	0,2
Удельная деформация теста, Дж	430	350	300	240	200	180

Для белизны муки пшеничной нулевое кодированное значение должно отвечать абсолютному значению – 36 е.п. РЗ-БПЛ, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 10 е.п. РЗ-БПЛ, которое ниже минимального требования ГСТУ для любого сорта муки. Эталонное значение $P_{\text{эт}}$ составляет 60 е.п. РЗ-БПЛ, так как по требованиям ГСТУ для высшего сорта муки пшеничной показатель белизны должен составлять не менее 54 е.п. РЗ-

БПЛ. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 50; 40; 25 е.п. РЗ-БПЛ.

Для зольности нулевое кодированное значение отвечает абсолютному значению – 0,75 %, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 1,25 %, которое нормируется ГСТУ как максимально допустимое для второго сорта муки. Эталонное значение $P_{эт}$ принимаем равное 0,55 %, которое нормируется по ГСТУ как максимально допустимое для высшего сорта муки пшеничной. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 0,60; 0,65; 1,0 %.

Для крупности помола (количество остатка на сите из шелковой ткани № 35 или №35/36 ПА) нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 2,0 %, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 3,0 %, которое не нормируется по ГСТУ и установлено фактически. Минимально допустимые параметры по данному показателю отсутствуют, поэтому за эталонное значение $P_{эт}$ примем 0,9 %, учитывая полученные фактические значения. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 1,5; 1,8; 2,5 %.

Для крупности помола (проход сквозь сито из шелковой ткани № 43 или №49/52 ПА) нулевое кодированное значение должно отвечать абсолютному значению – 80 %, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 70 %, которое не нормируется стандартом и считается недопустимым для муки пшеничной первого сорта. Максимально допустимые параметры по данному показателю отсутствуют, поэтому за эталонное значение $P_{эт}$ примем 90 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 85; 82; 75 %.

Нулевое кодированное значение для количества сырой клейковины должно отвечать допустимому абсолютному значению – 25 %, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 18 %, которое нормируется требованиями НД, как минимально допустимое для муки пшеничной обойной. Эталонное значение $P_{эт}$ для данного показателя принимаем, учитывая фактические данные – 38 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 30; 27; 21 %.

Для показателя ИДК нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому для II группы качества клейковины абсолютному значению 100 е.п., с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 110 е.п., которое не характерно для клейковины II группы качества. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем абсолютное значение 65 е.п., характеризующее сильную клейковину II группы качества. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 70; 85; 105 е.п.

Для числа падения нулевое кодированное значение должно отвечать допустимому абсолютному значению – 160 с., с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 140 с, которое считается недопустимым для кондиционной пшеничной муки. Эталонное значение $P_{эт}$ соответствует абсолютному – 250 с. Промежуточные относительные

значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 200; 180; 150 с.

Для газообразующей способности муки пшеничной, полученной из исследуемых сортов зерна пшеницы нулевое кодированное значение должно отвечать абсолютному значению – 1300 мл, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 принимаем абсолютное значение – 1250 мл, так как при такой характеристике данного показателя пшеничная мука считается «крепкой на жар», т.е. обладает повышенной для хлебопечения формоустойчивостью. Значение $P_{эм}$ соответствует абсолютному 1600 мл, характерное для высококачественной пшеничной муки, предназначенной для хлебопечения. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 1500; 1400; 1270 мл.

Для сахаробразующей способности муки пшеничной нулевое кодированное значение соответствует абсолютному значению – 275 мг, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 250 мг, которое считается недопустимым для хлебопекарной муки. Эталонное значение $P_{эм}$ составляет 310 мг, так как такая характеристика данного показателя соответствует высококачественной пшеничной муке, предназначенной для хлебопечения. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 290; 285; 260 мг.

Для валориметрической оценки нулевое кодированное значение должно соответствовать 46 е.п., характерное для пшениц среднего качества, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 30 е.п. Эталонное значение $P_{эм}$ принимаем равное 100 е.п., которое характерно для сильных пшениц. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 85; 70; 40 е.п.

Для разжижения теста на фаринографе нулевое кодированное значение должно соответствовать 80 е.ф., с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 принимаем абсолютное значение 150 е.ф., как максимально допустимое для средних по силе пшениц. Так как для данного показателя отсутствует максимальное значение, за эталонное значение $P_{эм}$ примем 30 е.ф., установленное по фактическим данным. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 45; 60; 120 е.ф.

Для упругости теста нулевое кодированное значение должно соответствовать абсолютному значению – 70 мм, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 55 мм, которое не характерно для сильных пшениц. Максимально допустимые параметры по данному показателю отсутствуют, поэтому за эталонное значение $P_{эм}$ примем 100 мм, учитывая фактические значения. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 90; 80; 65 мм.

Нулевое кодированное значение для коэффициента альвеограммы должно соответствовать абсолютному значению 0,8, с относительным показателем 0,37. Так как коэффициент альвеограммы для сильных пшениц должен лежать в пределах 0,8-2,0, а для слабых – ниже 0,5, примем для относительного показателя 0,00 абсолютное значение – 0,2. Эталонное значение $P_{эм}$ для данного показателя

принимая равное 2,0. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 1,5; 1,0; 0,4.

Составляя шкалу узловых значений по показателю удельной деформации теста, нулевое кодированное значение для коэффициента альвеограммы должно соответствовать абсолютному значению 240 Дж, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 – абсолютное значение – 180 Дж. Так как максимальная характеристика по данному показателю отсутствует за эталонное значение $P_{эт}$. Величину 430 Дж, учитывая фактические значения. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 350; 300; 200 Дж.

В таблице 9 приведены узловые значения показателей качества хлеба из пшеничной муки согласно ГОСТ 28808-90, ГОСТ 27669-88.

Таблица 9 – Шкала узловых значений показателей качества хлеба из пшеничной муки

Название показателя, единица измерения	Оценка K_i					
	1,0	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
	Кодированные значения $У$					
	3,0	1,5	0,85	0	-0,5	-3,0
Влажность мякиша, %	39	43	46	50	53	60
Кислотность мякиша, град	2	3	4	5	6	7
Пористость мякиша, %	80	70	60	54	50	40
Объемный выход хлеба, мл	700	600	500	400	300	200
Формоустойчивость ($h:d$)	0,65	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30
Общая дегустационная оценка, бал	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5

Нулевое кодированное значение для влажности мякиша хлеба должно отвечать максимально допустимому абсолютному значению – 50 %, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 60 %, которое превышает допустимую стандартную норму. За эталонное значение $P_{эт}$ принимаем минимально допустимое значение по данному показателю, которое нормируется НД – 39 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 43; 46; 53 %.

Нулевое кодированное значение для кислотности мякиша должно отвечать допустимому максимальному абсолютному значению для хлеба из муки второго сорта и смеси второго и первого сортов – 5,0 град, с относительным показателем 0,37. Принимаем равномерный шаг шкалы в обе стороны – 1, тогда для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 7,0 град, за эталонное значение $P_{эт}$ принимаем минимальное значение – 2,0 град. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 3,0; 4,0; 6,0 град.

Нулевое кодированное значение для пористости мякиша должно отвечать допустимому абсолютному значению – 54 %, с относительным показателем 0,37. Для

относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 40 %, которое ниже допустимой НД нормы. За эталонное значение, учитывая отсутствие максимальной нормы по данному показателю за $P_{\text{эт}}$, принимаем абсолютное значение – 80 %. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 70; 60; 40 %.

Нулевое кодированное значение для объемного выхода хлеба должно соответствовать 400 мл, с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 200 мл, которое принято учитывая размерность шага в обе стороны – 100. За эталонное значение $P_{\text{эт}}$, учитывая отсутствие максимальной характеристики качества по данному показателю, принимаем значение – 700 мл. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 600; 500; 300 мл.

Нулевое кодированное значение для формоустойчивости хлеба должно соответствовать абсолютному значению - 0,40 с относительным показателем 0,37. Для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 0,30, которое характерно для слабой пшеницы не предназначенной для хлебопечения. За эталонное значение $P_{\text{эт}}$, учитывая отсутствие максимальной характеристики качества по данному показателю и фактические данные, принимаем абсолютное значение - 0,65. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 0,60; 0,50; 0,35.

Для дегустационной оценки нулевое кодированное значение для хлеба из пшеничной муки должно отвечать допустимому абсолютному значению – 3,5 балла согласно разработанной нами дегустационной шкалы, с относительным показателем 0,37, для относительного показателя 0,00 - абсолютное значение – 2,0 балла. За эталонное значение $P_{\text{эт}}$ принимаем максимальное значение – 5,0 баллов. Промежуточные относительные значения (0,8; 0,63; 0,2) будут соответствовать абсолютным 4,5; 4,0; 3,0 балла.

Оценку качества пшеницы, муки пшеничной и хлеба из пшеничной муки проводили на основании показателей качества, полученных в ходе активного эксперимента. Преобразование абсолютных значений показателей качества пшеницы, муки пшеничной и хлеба из пшеничной муки проводили с помощью функции Харрингтона графическим способом. Полученные таким образом единичные оценки для всех исследуемых объектов приведены в табл. 10 - 12. Здесь же приведены значения коэффициентов весомости показателей качества. Коэффициент весомости единичных показателей качества зерна пшеницы исследуемых сортов были назначены с учетом практических и логических соображений о важности их влияния на качество муки пшеничной и хлеба из пшеничной муки. Минимальные значения коэффициентов весомости $m_{ij}=0,05$ характерны для натуры, стекловидности, влажности, числа падения, количества сидеминтационного осадка, веса 1000 зерен, максимальные значения $m_{ij}=0,25$ – для показателя ИДК. Для показателей массовой доли белка и сырой клейковины $m_{ij}=0,20$. При этом соблюдается условие:

$$\sum m_{ij} = 1. \quad (6)$$

Значения комплексного показателя качества зерна пшеницы исследуемых сортов определяли по средневзвешенной геометрической величине (3). Полученные результаты (табл. 10) позволяют сделать вывод, что комплексный показатель качества для различных сортов зерна пшеницы не одинаков.

Таблица 10 – Оценки показателей качества исследуемых сортов пшеницы

Год выращи- вания	Единичные оценки, К _i										Комплексный пока- затель качества
	Название показателя качества, единица измерения										
	Натура, г/л	Стекловид- ность, %	Влажность, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля сырой клейко- вины, %	(ИДК), е.п.	Число падения, с	Показатель се- дimentации,	Масса 1000 зе- рен, г	Урожайность, ц/га	
Весомость, т _н											
0,0	0,05	0,05	0,2	0,2	0,25	0,05	0,05	0,05	0,05	-	
Алексеевка											
оптимальный	0,9	0,90	0,47	0,92	0,92	0,72	0,77	0,8	0,97	0,73	0,83
засушливый	0,4	0,96	0,92	0,97	0,96	0,76	0,76	0,84	0,94	0,61	0,85
влажный	0,9	0,72	0,37	0,83	0,88	0,70	0,86	0,74	0,98	0,83	0,79
Богиня											
оптимальный	0,8	0,90	0,52	0,83	0,89	0,67	0,75	0,74	0,90	0,52	0,77
засушливый	0,4	0,94	0,69	0,94	0,94	0,72	0,80	0,92	0,87	0,47	0,81
влажный	0,9	0,72	0,37	0,82	0,86	0,68	0,86	0,53	0,95	0,59	0,75
Краплина											
оптимальный	0,8	0,67	0,63	0,72	0,79	0,56	0,73	0,43	0,87	0,40	0,67
засушливый	0,0	0,75	0,84	0,77	0,84	0,66	0,75	0,63	0,82	0,37	0,70
влажный	0,9	0,58	0,42	0,70	0,74	0,59	0,80	0,31	0,91	0,45	0,65
Лист 25											
оптимальный	0,6	0,45	0,57	0,64	0,71	0,28	0,68	0,20	0,74	0,28	0,52
засушливый	0,1	0,53	0,96	0,66	0,72	0,52	0,67	0,27	0,70	0,24	0,58
влажный	0,8	0,31	0,47	0,34	0,69	0,20	0,70	0,12	0,76	0,31	0,39
Поляница											
оптимальный	0,6	0,43	0,47	0,66	0,71	0,37	0,69	0,31	0,73	0,28	0,54
засушливый	0,0	0,50	0,92	0,70	0,75	0,46	0,63	0,20	0,69	0,22	0,57
влажный	0,7	0,20	0,37	0,31	0,70	0,20	0,68	0,08	0,75	0,29	0,41

Так, наибольшее значение $K_{max}=0,85$ характерно для сорта пшеницы Алексеевка, выращенной в засушливых условиях, а минимальный показатель $K_{min}=0,39$ у сорта пшеницы Лист25, выращенной во влажных условиях. В целом сорта пшеницы Алексеевка и Богиня получили достаточно высокие комплексные количественные оценки, во все годы выращивания, взятые для исследования. Комплексный показатель качества для сорта пшеницы Алексеевка в оптимальный год выращивания составил 0,83, а во влажный – 0,79. Для сорта пшеницы Богиня этот показатель для оптимальных условий выращивания составил 0,77, а в засушливых – 0,81 и во влажных – 0,75. Для вышеперечисленных сортов характерно незначительное колебание комплексного показателя качества в различных условиях выращивания, что говорит об их высокой степени адаптивности. При этом комплексный показатель качества для обоих сортов пшеницы выше при засушливых условиях выращивания, что связано, в первую очередь, с повышенным содержанием белка в зерне при таких условиях выращивания. Сорт пшеницы Краплына имеет наибольшее значение $K_{max}=0,70$ при засушливых условиях выращивания, а минимальный показатель $K_{min}=0,65$ при влажных.

Сорта пшеницы Лист25 и Поляница зарекомендовали себя как низкокачественные. Минимальный комплексный показатель характерен для этих сортов во влажных условиях выращивания $K_{min}=0,39$ и 0,41 соответственно, а $K_{max}=0,58$ и 0,57 в засушливых условиях.

Результаты оценки качества муки пшеничной по физико-химическим и технологическим показателям представлены в табл. 5.11. Так как отсутствует информация о весомости каждого из показателей принимаем для каждого значения равнозначные значения - $m_{ij}=0,05$. Как исключение выделим показатели качества, которые характеризуют несколько показателей и сами по себе являются комплексными, так $m_{ij}=0,10$ для количества сырой клейковины, валориметрической оценки теста и силы муки. Как наиболее весомый показатель качества нами выделен ИДК – $m_{ij}=0,15$.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что максимальный комплексный показатель $K_{max}=0,84$ характерен для муки из сорта пшеницы Алексеевка. Незначительно меньше этот показатель для муки из сорта пшеницы Богиня – 0,82. Учитывая достаточно высокие значения комплексного показателя, можно сделать вывод, что сорта пшеницы Алексеевка и Богиня относятся к сильным пшеницам и могут использоваться в хлебопекарном производстве как самостоятельно так и как улучшители. Комплексный показатель для муки из сорта пшеницы Краплына равен 0,70, что позволяет нам отнести данный сорт к ценным пшеницам и рекомендовать его использование в хлебопечении как самостоятельно так и для составления различных смесей. Мука из сортов пшеницы Лист25 и Поляница характеризуется низким значением комплексного показателя – 0,41 и 0,45 соответственно. Данные сорта пшеницы можно отнести к слабым пшеницам, которые рекомендуется использовать только в смесях с улучшителями.

Таблица 11 – Оценки показателей качества муки из исследуемых сортов пшеницы, выращенной в оптимальных условиях

Название показателя, единица измерения	Весомость, m_{ij}	Единичные оценки, K_i				
		Мука из сорта пшеницы				
		Алексеевка	Богиня	Крапль-на	Лист25	Поляница
1	2	3	4	5	6	7
Влажность, %	0,05	0,63	0,73	0,88	0,47	0,37
Зольность в пересчете на сухое вещество, %	0,05	0,60	0,60	0,48	0,43	0,49
Белизна, условных единиц прибора РЗ-БПЛ	0,05	0,80	0,69	0,80	0,72	0,79
Крупность помола, %: - остаток на сите из шелковой ткани № 35 или № 33/36 ПА	0,05	0,69	0,87	0,96	0,50	0,90
- проход сквозь сито из шелковой ткани № 43 или 49/52 ПА	0,05	0,84	0,92	0,92	0,69	0,75
Клейковина сырая, - количество, %	0,1	0,98	0,96	0,88	0,75	0,77
- качество (ИДК), е.п.	0,15	0,80	0,74	0,63	0,20	0,37
Число падения, с	0,05	0,96	0,94	0,91	0,85	0,87
Газообразующая способность, мл	0,05	0,81	0,79	0,55	0,58	0,30
Сахаробразующая способность, мг	0,05	0,91	0,89	0,31	0,31	0,20

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7
Валориметрическая оценка, %	0,1	0,80	0,73	0,63	0,26	0,35
Разжижение, е.ф.	0,05	0,96	0,88	0,69	0,15	0,12
Упругость теста, мм	0,05	0,90	0,84	0,70	0,20	0,10
Коэффициент альвеограммы	0,05	0,77	0,70	0,55	0,27	0,25
Удельная деформация теста, Дж	0,1	0,95	0,94	0,71	0,24	0,22
Комплексный показатель качества		0,84	0,82	0,70	0,41	0,45

Для более полной хлебопекарной оценки муки из исследуемых сортов пшеницы мы провели комплексную количественную оценку качества хлеба, полученного в результате пробной лабораторной выпечки, результаты оценки приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Оценки показателей качества хлеба из муки пшеницы исследуемых сортов

Название показателя, единица измерения	Весомость, m_{ij}	Единичные оценки, K_i				
		Хлеб из муки сорта пшеницы Алексеевка	Хлеб из муки сорта пшеницы Богиня	Хлеб из муки сорта пшеницы Краплына	Хлеб из муки сорта пшеницы Лист25	Хлеб из муки сорта пшеницы Поляница
Влажность мякиша, %	0,1	0,68	0,80	0,69	0,74	0,68
Кислотность мякиша, град	0,1	0,78	0,78	0,77	0,75	0,73
Пористость мякиша, %	0,2	0,90	0,84	0,75	0,33	0,55
Объемный выход хлеба, мл	0,1	0,82	0,80	0,66	0,35	0,31
Формоустойчивость ($h:d$)	0,2	0,96	0,88	0,63	0,20	0,12
Общая дегустационная	0,3	0,96	0,96	0,80	0,27	0,27
Комплексный показатель качества	-	0,89	0,87	0,73	0,37	0,39

Коэффициент весомости единичных показателей качества хлеба из пшеничной муки были назначены с учетом практических и логических соображений. Минимальные значения коэффициентов весомости $m_{ij}=0,10$ характерны для влажности и кислотности мякиша, максимальные значения $m_{ij}=0,2$ – для пористости мякиша, формоустойчивости подового хлеба, объемного выхода хлеба и общей дегустационной оценки.

Максимальный комплексный показатель $K_{max}=0,89$ характерен для хлеба из муки пшеницы сорта Алексеевка. Хлеб из муки пшеницы сорта Богиня имеет значение комплексного показателя – 0,87, что соответствует интервалу шкалы с характеристикой «очень хорошо». Низкое значение комплексного показателя имеют образцы хлеба из муки пшеницы сортов Лист25 и Поляница – 0,37 и 0,39 соответственно, однако это соответствует интервалу шкалы «удовлетворительно». Комплексный показатель качества для образца хлеба из муки сорта Краплына находится в интервале шкалы «хорошо» и равен 0,73.

На основании проведенных экспериментальных исследований, сделаны следующие выводы:

1. На основании обобщенного критерия, полученного бинарным методом, определены сорта озимой мягкой с оптимальными параметрами для мукомольного и хлебопекарного производства – Алексеевка и Богиня. Так же эти сорта пшеницы характеризуются высокой степенью адаптивности к условиям выращивания. Однако, данный метод обобщения показателей качества позволяет определить только качественно наилучшие характеристики исследуемого образца.

2. Для количественной характеристики предлагался комплексный показатель качества, базирующийся на принципах квалиметрии, позволяющий оценить качество продукции одним числом с учетом конкретных значений единичных показателей.

3. С учетом требований действующей в Украине НД разработана непрерывная (0,00...1,00) шкала оценки для каждого показателя качества мягкой пшеницы (10 показателей), муки пшеничной (15 показателей), хлеба из пшеничной муки (6 показателей). Указанные в НД ограничения на значения показателей качества по этой шкале соответствует оценке 0,37. Определены значения коэффициентов весомости единичных показателей качества для мягкой озимой пшеницы, муки пшеничной и хлеба.

4. Значение комплексного показателя качества зерна мягкой пшеницы сорта Алексеевка соответствует оценке «отлично» как в оптимальный так и в засушливый годы выращивания. Во влажных условиях выращивания комплексный показатель качества для данного сорта соответствует оценке «хорошо» – 0,75. При оценке качества муки и хлеба, полученных из пшеницы сорта Алексеевка, выращенной в оптимальный по погодным условиям год, комплексный показатель составил 0,84 и 0,87, что соответствует характеристике «отлично».

Для сорта пшеницы Богиня, в оптимальный год выращивания комплексный показатель качества составляет 0,77. Однако, для муки и хлеба, которые получе-

ны из этого сорта пшеницы, он равен 0,82 и 0,85, что соответствует оценке «отлично» и характеризует высокие мукомольные и хлебопекарные свойства сорта пшеницы Богиня.

При оценке качества пшеницы сорта Краплына установлено, что комплексный показатель качества во все годы выращивания соответствует характеристике «хорошо» и лежит в пределах 0,65 – 0,70. При этом комплексный показатель качества муки и хлеба, которые получены из данного сорта пшеницы, равен 0,70 и 0,71.

Качество зерна пшеницы сортов Лист25 и Поляница соответствовало оценке «удовлетворительно» во все годы выращивания со значением комплексного показателя 0,39 – 0,58 и 0,41 – 0,57 соответственно. При этом мука из данных сортов пшеницы имеет комплексный показатель равный 0,41 и 0,45, а хлеб 0,38 и 0,39, что соответствует оценке «удовлетворительно».

5. Разработанная методика определения комплексной количественной оценки качества мягкой пшеницы позволила отобрать наилучшие сорта для мукомольного и хлебопекарного производств, а также спрогнозировать качество конечного продукта. Сорта пшеницы Алексеевка и Богиня отнесены нами к сильной пшенице, сорт пшеницы Краплына – к ценной, а сорта пшеницы Лист25 и Поляница – к слабой.