

DOI 10.25741 /2413-287X-2019-06-2-071

УДК 664.7

ПОТРЕБНОСТЬ РОССИИ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ. ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА

В. ФЕЙДЕНГОЛЬД, д-р техн. наук, Международная промышленная академия

E-mail: feydengold@grainfood.ru

Акцентируется внимание на необходимости, при обосновании потребности в зернохранилищах как отдельных предприятий, так и в целом по стране, использовать научно обоснованные методики расчета, которые должны учитывать состав культур, наличие дополнительных бункеров для оперативных и профилактических работ с зерном, возможность раздельно размещать партии зерна разного качества, а также вариации объемов зерна по годам.

Данный расчет потребности в зернохранилищах не претендует на точность приведенных в анализе и прогнозе величин, однако позволяет оценить степень заблуждений, которые складываются при поверхностном отношении к решению этого вопроса. Разработка научно обоснованной методики расчета необходимой вместимости зернохранилищ крайне актуальна и должна основываться на ранее накопленном научном и практическом опыте и на новых исследованиях, раскрывающих современные реалии производства и потребления зерна в стране.

Ключевые слова: валовой сбор зерна, зернохранилище, вместимость, натура, размещение партий зерна, коэффициент размещения, дефицит вместимости, вариации.

Вопрос с обоснованием потребности страны в зернохранилищах в последние годы встает особенно остро в связи с заметным ростом производства зерновых, зернобобовых и масличных культур, выбытием зернохранилищ, построенных 30 и более лет назад и низкими темпами строительства новых. В таблице 1 в качестве примера приведены данные Российского зернового союза (Д.А. Лукьянов, 2019) по обеспеченности отдельных регионов страны зернохранилищами. В некоторых источниках приводятся данные о том, что в целом по стране недостает зернохранилищ в объеме 20 млн т [1], но ссылка, на основании каких расчетов сделано это заключение, отсутствует.

В настоящее время Минсельхоз России работает над «Долгосрочной стратегией развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016–2025 гг. и на перспективу до 2035 г.», проект данного документа размещен в свободном доступе. В нем в качестве ключевых показателей

The necessity in scientifically proven calculation of required amount of the grain stores in individual regions and in the whole country is accented considering the composition of the grain, additional bunkers for operational and preventive treatment of the grain, possibility of separate storage of the batches with different quality, annual variations of total grain amount.

The presented calculation scheme does not make a claim for the comprehensive accuracy of calculation and prognostication; however, it can help in understanding of the degree of inaccuracy emerging from the inadequate approaches to the task. The scientifically proven calculation is presently an urgent necessity and it should be based in the earlier scientific and practical experience and on the novel investigations of the present conditions of the production and storage of the grain in our country.

Keywords: gross yield of grain, grain store, capacity, nature, allocation of batches, placement rate, shortage of capacities, variations.

состояния зернового комплекса Российской Федерации принятые: валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в 2017 г. — 135,4 млн т, который к 2035 г. достигнет при базовом сценарии 153,5 млн т, при оптимистическом — 169,8 млн т. Мощность хранения зерна в Российской Федерации в 2017 г. составила 146 млн т; текущая потребность (дефицит) — 8,2 млн т.

В проекте приводятся данные о том, что за период 2000–2017 гг. всего было введено в эксплуатацию зернохранилищ вместимостью около 16 млн т, то есть в среднем около 1 млн т за год. Интересны данные о темпах строительства зернохранилищ Министерством хлебопродуктов РСФСР в дореформенный период [2], представленные в таблице 2.

Дефицит вместимости авторы Долгосрочной стратегии, по-видимому, рассчитывали исходя из простого вычисления разницы между имеющейся вместимостью зернохранилищ и объемом валового сбора зерна. Очевидно, что такой ме-

Таблица 1. Обеспеченность некоторых регионов страны зернохранилищами

Регион	Количество предприятий	Вместимость зернохранилищ, тыс. т	Валовой сбор зерна 2015/2016 гг., тыс. т	Отношение валового сбора зерна к вместимости зернохранилищ
Воронежская область	45	2980	4817	1,62
Тамбовская область	14	906	3250	3,59
Курская область	37	1920	4380	2,28
Липецкая область	31	1355	2877	2,12
Белгородская область	27	1770	3505	1,98
Волгоградская область	60	3745	4524	1,21
Самарская область	15	890	2119	2,37
Саратовская область	19	1436	4258	2,96
Ростовская область	65	4016	11 595	2,88
Ставропольский край	45	3107	10 249	3,30

тод расчета можно было бы использовать только при условии, что все выращенное в стране зерно имеет одинаковый по качеству состав, потребляется за один год и хранится в одном месте, что, естественно, противоречит истинному положению вещей. Поэтому актуален вопрос разработки научно обоснованной методики расчета необходимой вместимости зернохранилищ с использованием ранее накопленного научного и практического опыта и обязательно результатов новых исследований, раскрывающих современные реалии и прогнозы производства, инфраструктуры зернохранилищ, перемещений и потребления зерна в стране.

Проведенные нами расчеты базируются на основных положениях документа «Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов. ВНТП-05-88», утвержденного Министерством хлебопродуктов СССР в 1989 г. [3], а также на научных разработках автора [4].

Необходимая вместимость зернохранилищ $E_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле:

$$E_{\text{пр}} = A_{\phi} + E_{\text{n}} + E_{\text{oct}} + E_{\text{on}} + E_{\text{p}} + E_{\text{pp}} + E_{\text{var}},$$

где A_{ϕ} — планируемый к размещению объем зерна в физической массе, млн т;

E_{n} — вместимость с учетом разной натуры размещаемого зерна, млн т;

E_{oct} — вместимость для размещения переходящего остатка зерна, млн т;

E_{on} — вместимость оперативных бункеров для обеспечения работы технологических и транспортирующих линий предприятий, млн т;

E_{p} — вместимость резервных бункеров для проведения профилактических работ с зерном в процессе хранения, млн т;

E_{pp} — вместимость для раздельного размещения партий зерна разного качества, млн т;

E_{var} — вместимость с учетом колебаний валового сбора, млн т.

Для расчета примем среднюю величину планируемого к размещению общего объема зерна и маслосемян A_{ϕ} равную 125 млн т.

Таблица 2. Мощности зернохранения, введенные в период с 1956 по 1985 гг., млн т

Годы	Элеваторы	Зерносклады	Всего
1956–1965	4,1	16,1	20,2
1966–1970	5,6	14,4	20,0
1971–1975	8,5	1,8	10,3
1976–1980	9,9	1,0	10,9
1981–1985	5,8	0,4	6,2

Паспортную вместимость зернохранилища рассчитывают исходя из полного его заполнения пшеницей натурой 750 г/л. При этом условии коэффициент размещения зерна K_p принимается равным 1. Для культур с другими значениями натуры вводятся соответствующие поправочные коэффициенты: $K_{p1}, K_{p2}, K_{p3}, K_{pi}$, а данные о валовых сборах позволяют вычислить средневзвешенную натуру зерна $H_{\text{ср.взв.}}$, характерную для обследуемого периода лет (табл. 3).

Средневзвешенная натура $H_{\text{ср.взв.}}$ различных видов зерна, размещаемых на хранение, составит 672,1 г/л, а средний поправочный коэффициент K_p будет равен 1,12. То есть при хранении зерна в объеме 125 млн т, с учетом только состава производимых в стране культур, отличающихся по натуре от зерна пшеницы, дополнительно потребуется

$$E_{\text{n}} = A_{\phi} \frac{750}{H_{\text{ср.взв.}}} - A_{\phi} = 125 \frac{750}{672,1} - 125 = 14,5 \text{ млн т.}$$

Вместимость для размещения переходящего остатка зерна E_{oct} можно принять равной 20,0 млн т, исходя из статистики предыдущих лет по версии ООО «ПроЖерно»: 2016–2017 гг. — 13,2 млн т, 2017–2018 гг. — 21,7 млн т, 2018–2019 гг. — 24,8 млн т.

Вместимость оперативных бункеров E_{on} определяют как сумму всех бункеров, предназначенных для обеспечения работы технологических и транспортирующих линий. Это бункера для формирования партий зерна при приемке с автомобильного транспорта, установленные до и после зерноочистительных машин, зерносушилок; при отпуске зерна

Таблица 3. Валовой сбор зерна и зернобобовых в России за 2012–2018 гг., млн т

Культура	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	В среднем,		H_i , г/л	K_{pi}
								млн т	%		
Пшеница	37,7	52,1	59,7	61,8	73,3	85,9	72,1	63,2	52,5	750	1,0
Ячмень	13,9	15,4	20,4	17,5	18,0	20,6	17,0	17,6	14,6	625	1,2
Рожь	2,1	3,4	3,3	2,1	2,5	2,5	1,9	2,5	2,1	680	1,1
Тритикале	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	750	1,0
Овес	4,0	4,9	5,3	4,5	4,8	5,5	4,8	4,8	4,0	500	1,5
Просо	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	680	1,1
Гречиха	0,8	0,8	0,7	0,9	1,2	1,5	0,9	1,0	0,8	625	1,2
Кукуруза	8,2	11,6	11,3	13,2	15,3	13,2	11,1	12,0	10,1	750	1,0
Рис	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,8	500	1,5
Зернобобовые культуры	2,2	2,0	2,2	2,4	2,9	4,2	3,7	2,8	2,3	750	1,0
Масличные культуры	10,6	13,1	12,8	13,8	16,2	16,5	18,5	14,5	12,0	375	2,0
Итого	81,3	105,2	117,8	118,5	136,5	151,7	131,9	120,4	100,0		

на автомобильный, железнодорожный, водный транспорт; выделенные для газации зерна, надвесовые и подвесовые бункера. В реальных проектах оперативные бункера составляют 1–3% вместимости зернохранилищ. Примем величину оперативных бункеров равную 2%, то есть 2,5 млн т.

В процессе хранения зерна необходимо проводить мероприятия по обеспечению его сохранности (перемещение при самосогревании, охлаждение, обеззараживание, очистка, сушка, подготовка к отгрузке), требующие перемещения в свободную емкость. Для этого на элеваторах на каждый

конвейер выделяется свободный силос и на каждую линию складов резервируют одну его секцию, что составляет примерно 10% от общей вместимости [3, 5]. Для предварительных расчетов примем величину для профилактических работ с зерном E_p равную 3%, или 3,8 млн т.

Особое место в обосновании вместимости хранилищ занимает вопрос, связанный с раздельным размещением партий зерна разного качества. При обосновании параметров, определяющих потери вместимости для раздельного размещения, исходят из того положения [6, 7], что величины партий, в силу вероятностной природы их формирования, могут быть различными, непредсказуемыми. Вместимости же хранилищ для их размещения дискретны и имеют конкретные параметры. Совпадение между величинами партий и вместимостями хранилищ маловероятно, поэтому каждая партия, заполняя ряд емкостей, практически всегда будет иметь остаток. Размещение этого остатка сопряжено с потерей вместимости. Логично, что эти потери для элеватора могут быть равны половине объема наименьшего силоса (рис. 1).

Для складов потери вместимости для раздельного размещения партий зерна равны половине секции склада, которую можно отделить при помощи специальных разделятельных щитов (рис. 2).

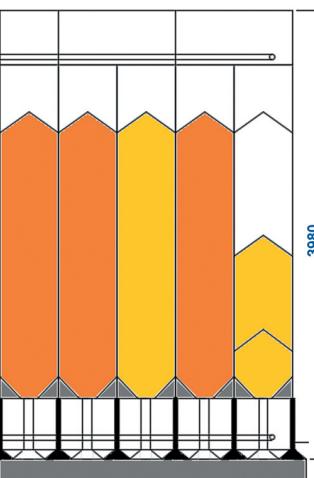
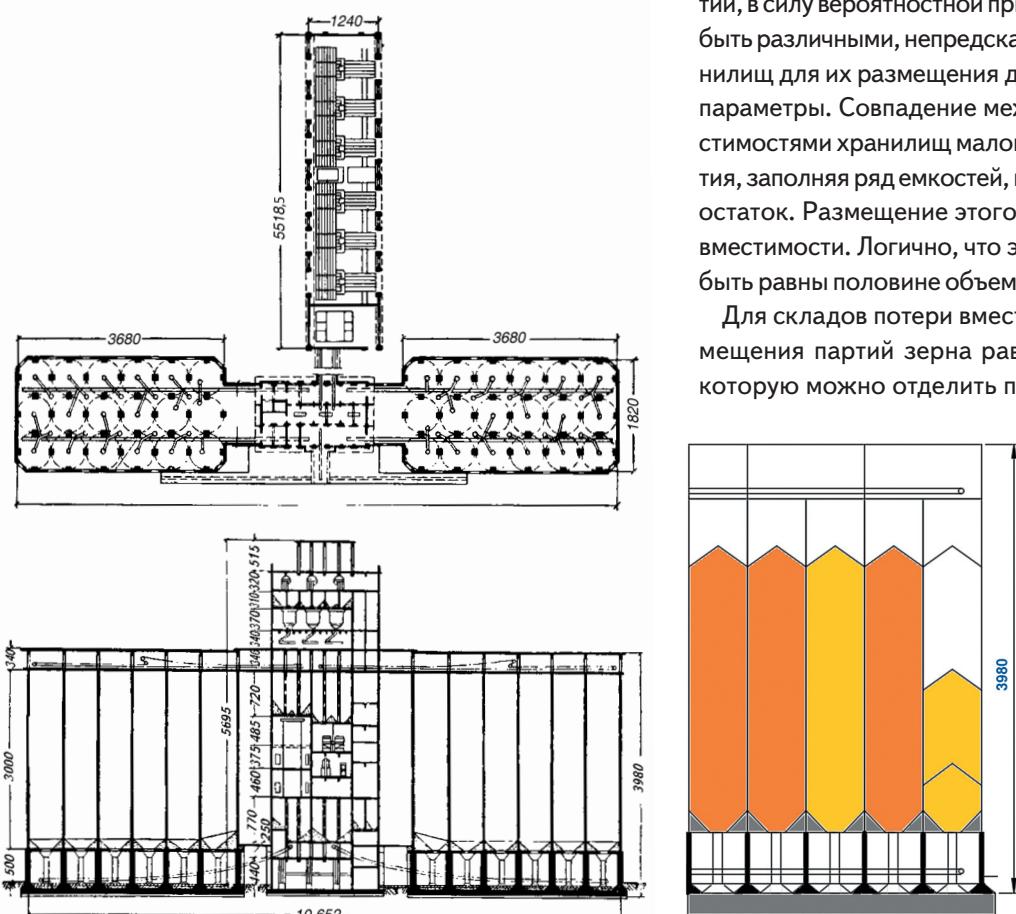
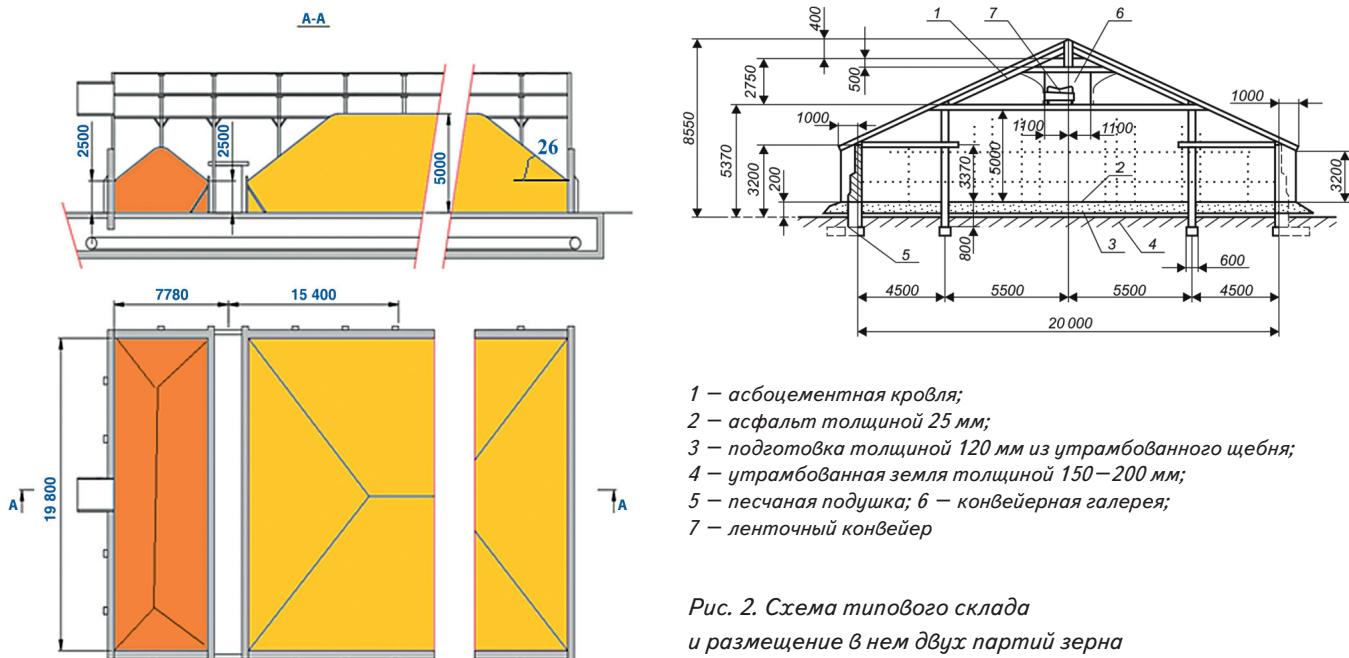


Рис. 1. Схема элеватора и размещение в нем нескольких партий зерна



1 – асбокерамическая кровля;
2 – асфальт толщиной 25 мм;
3 – подготовка толщиной 120 мм из утрамбованного щебня;
4 – утрамбованная земля толщиной 150–200 мм;
5 – песчаная подушка; 6 – конвейерная галерея;
7 – ленточный конвейер

Рис. 2. Схема типового склада
и размещение в нем двух партий зерна

Исходя из принятых предположений, дополнительную вместимость для раздельного размещения партий зерна $E_{\text{пп}}$ предложено рассчитывать, перемножая число партий, размещаемых на хранение на элеваторах и в складах, соответственно, на вместимости, в которых будут храниться остатки от каждой партии. Таким образом, для размещения 15 партий зерна общим объемом 50 тыс. т (10 партий на элеваторе и пять — в складах) необходимо предусмотреть наличие дополнительной вместимости в объеме более 10%.

В наших ориентировочных расчетах примем величину дополнительной вместимости для раздельного размещения партий равную 7,5% от объема размещаемого зерна, что составляет

$$E_{\text{пп}} = A_{\phi} \cdot 7,5\% = 9,4 \text{ млн т.}$$

Известно, что около 65% пашни в России находятся в зоне рискованного земледелия, как следствие, объемы производства зерна в целом по стране (рис. 3) и по отдельным регионам (табл. 4) подвержены значительным колебаниям, которые должны быть учтены при определении необходимой вместимости зернохранилищ. В качестве критерия для оценки разброса данных вариационного ряда используют коэффициент вариации $K_{\text{вар}}$, который рассчитывается как частное среднеквадратического отклонения σ к средней величине ряда [8].

Например, для Нижегородской области $K_{\text{вар}}$ равен 0,07, для Ростовской — 0,14, для Оренбургской — 0,28.

Коэффициент вариации валового сбора зерна эффективно применяется для расчета границ возможных

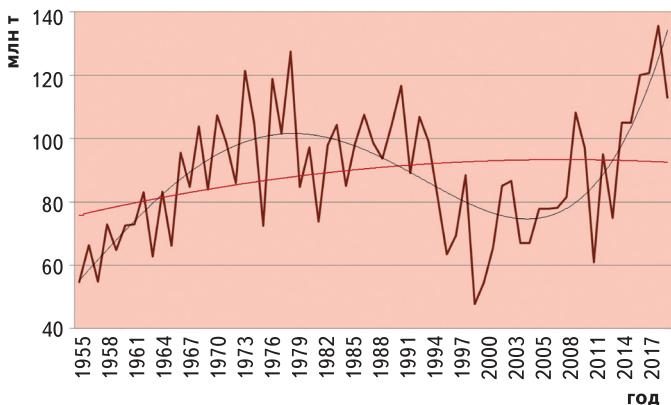


Рис. 3. Валовой сбор зерна в России, млн т

отклонений данных в большую или меньшую сторону ($A_{\max/\min}$) от среднего значения A_{ϕ} :

$$A_{\max/\min} = A_{\phi} (1 \pm B \cdot K_{\text{вар}}),$$

где B — эмпирический коэффициент, который учитывает количество статистически полученных данных в вариационном ряду, период упреждения (прогноз) и доверительная вероятность прогноза [8].

Таблица 4. Валовой сбор зерна и коэффициент его вариации по отдельным регионам России за 2014–2018 гг., млн т

Регион	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	$A_{\text{сред}}$	$K_{\text{вар}}$
Нижегородская область	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,16	0,07
Краснодарский край	12,9	13,7	14,0	14,1	10,4	13,02	0,11
Ростовская область	9,3	9,6	11,6	13,3	10,4	10,84	0,14
Алтайский край	3,3	3,9	4,8	5,0	5,0	4,40	0,16
Волгоградская область	3,9	2,9	4,5	5,6	3,6	4,10	0,22
Оренбургская область	2,5	2,2	3,1	4,2	2,0	2,80	0,28

В нашем расчете при периоде обследования объемов валовых сборов за 15–20 лет и периоде упреждения пять лет коэффициент B равен 2,2.

Строгое обоснования величины $K_{\text{вар}}$ в настоящее время нет, необходимы дополнительные исследования, однако с определенной долей вероятности, опираясь на предыдущие исследования [4], можно для ориентировочных расчетов принять $K_{\text{вар}}$ равным 0,2.

Учитывая эти данные, при среднем урожае зерна и масличных культур 125 млн т в последующие пять лет, с доверительной вероятностью 90%, возможно ожидать урожая в объеме:

$$A_{\max} = A_{\phi} \cdot (1 + 2,2 \cdot K_{\text{вар}}) = 125 \cdot (1 + 2,2 \cdot 0,2) = 180 \text{ млн т.}$$

То есть принимая во внимание колебания валового сбора необходимо иметь дополнительные объемы зернохранения на 55 млн т ($E_{\text{вар}} = A_{\max} - A_{\phi} = 180 - 125 = 55$ млн т).

Таким образом, с учетом средневзвешенной натуры зерна, переходящих остатков зерна, дополнительных оперативных бункеров и бункеров для профилактических работ с зерном, для раздельного размещения партий разного качества, колебаний валового сбора по годам, для размещения урожая в объеме 125 млн т зерна и масличных культур потребуется зернохранилищ в стране на ближайшие пять лет вместимостью:

$$E_{\text{пр}} = A_{\phi} + E_{\text{н}} + E_{\text{ост}} + E_{\text{он}} + E_{\text{п}} + E_{\text{пп}} + E_{\text{вар}} = \\ = 125,0 + 14,5 + 20,0 + 2,5 + 3,8 + 9,4 + 55 = 230,2 \text{ млн т.}$$

Приблизительные расчеты, приведенные в этой статье, а также опыт зарубежных стран показывают, что на каждую тонну зерна необходимо иметь примерно две тонны вместимости зернохранилищ.

Объем мощностей хранения зерна в России в 2017 г. $E_{\text{факт}}$ равен 146 млн т, а необходимость в них составляет 230,2 млн т, следовательно дефицит равен:

$$E_{\text{деф}} = E_{\text{пр}} - E_{\text{факт}} = 230,2 - 146,0 = 84,2 \text{ млн т.}$$

Хотелось бы обратить внимание, что в проекте «Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016–2025 гг. и на перспективу до 2035 г.» отмечена нехватка 8,2 млн т вместимости зернохранилищ, что значительно меньше рассчитанного нами значения. При этом в нашем расчете не учитывались замена выбывающих из эксплуатации зернохранилищ, отгрузка зерна на экспорт, внутренние перемещения в период заготовки.

С каждым годом валовой сбор зерновых и масличных культур в стране увеличивается, следовательно, будет увеличиваться и дефицит зернохранилищ. Именно поэтому следует серьезно подойти к вопросу обоснования необходимых объемов зернохранения, приняв во внимание наше предложение.

Литература

1. Загоровская, В. Сохранить зерно. Элеваторные мощности на службе аграриев / В. Загоровская // Агротехника и технологии. — 2019. — № 2 (72). — С. 52–56.
2. Меркулов, П. И. Отрасли хлебопродуктов-75 лет. Становление и развитие. Тревоги и надежды / П. И. Меркулов. — М.: ГП «Журнал «Хлебопродукты», 1977. — 160 с.
3. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов : ВНТП-05-88 : утв. Минхлебопродуктов СССР 03.07.89 : ввод. в действие с 01.01.90. — М.: Министерство хлебопродуктов СССР, 1988. — 138 с.
4. Фейденгольд, В. Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов : монография / В. Б. Фейденгольд. — М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. — 340 с.
5. Инструкция по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы : Инструкция № 9-7-88 : утв. 24.07.88 : ввод. в действие 01.09.88. — М. : ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988. — 40 с.
6. Гудилин, А. В. Особенности поступления партий заготовляемого зерна : сб. науч. тр. / А. В. Гудилин, В. Б. Фейденгольд // ВНИИЗ. — 1976. — Вып. 84. — С. 1–9.
7. Фомин, Н. И. Размещение партий зерна на элеваторах и хлебоприемных предприятиях : сб. науч. тр. / Н. И. Фомин, В. Б. Фейденгольд // ВНИИЗ. — 1980. — Вып. 94. — С. 127–130.
8. Четыркин, Е. М. Вероятность и статистика / Е. М. Четыркин, И. Л. Калихман. — М. : Финансы и статистика, 1982. — 319 с. ■