

**РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАДЕЖНОСТИ
ИЗГИБАЕМЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ПРОЧНОСТИ
НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ**

Карпюк В.М., д.т.н., проф., Агаева О.А., асп.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Расчетной надежностью называют заложенную на стадии расчета, сформулированную математически, обеспеченность надежной работы конструкции по предельным состояниям обеих групп.

Теория надежности строительных конструкций получила развитие в последние два-три десятилетия. Основные предпосылки проектирования зданий и сооружений с позиций надежности и вероятностных концепций заложили Н.С. Стрелецкий [1], А.Р. Ржаницын [2], В.В. Болотин [3], В.Д. Райзер [4]. Дальнейшее развитие этих концепций отражено в работах А.П. Кудзиса [5], М.М. Заставы [6], В.А. Перельмутера [7], А.С. Лычева [8], С.Ф. Пичугина [9, 10], А.Н. Бамбуры [11], А.Я. Барашикова [12] и др. К зарубежным исследованиям данного направления можно отнести работы А.И. Johnson [13], А.М. Freudenthal [14], R. Rackwitz [15], Г. Аугусти [16], М.Т. Todinov [17], О. Ditlevsen [18]. Также элементы вероятностных методов расчета включаются в последние редакции норм проектирования некоторых стран [19, 20].

Регулирование расчетной надежности конструкций из композиционных материалов, в том числе железобетонных преднапряженных элементов, связано с необходимостью определения факторов, варьирование которых позволяет изменять величину характеристики надежности β , удерживая ее в некоторых оптимальных пределах.

Вычисление коэффициентов вариации несущей способности изгибаемых элементов по нормальным сечениям. Действующие нормативные документы [22, 23] предусматривают довольно сложную процедуру вычисления несущей способности изгибаемых предварительно напряженных элементов по нормальным к продольной оси элемента сечениям. Присутствие в расчетных формулах

коэффициентов, вводимых в расчет в зависимости от класса арматуры и вида бетона, а также многочисленность формул не позволяют свести их в одно выражение для всех случаев расчета. Поэтому для определения коэффициента вариации $C_v(M)$ предельного изгибающего момента M_u , воспринимаемого нормальным сечением, использовался метод статистических испытаний (Монте-Карло) [6]. Прочность бетона в численных экспериментах варьировалась в интервале 15-60 МПа. Арматура принималась классов А400в (А-Шв), А600 (А-IV), А800 (А-V), А1000 (А-VI) стержневая и классов В-II, Вр1500 (Вр-II), К1400 (К-7), К1500 (К-19) проволочная. Размеры поперечного сечения – 40х20, 60х30 и 80х40 см, содержание рабочей предварительно напрягаемой арматуры 0,005-0,03 от площади бетона. В сжатой от внешней нагрузки зоне сечения предварительно напрягаемая арматура не ставилась или принималась в количестве 0,5-1%. Сжатая ненапрягаемая арматура ставилась в количестве 0,5% от площади бетона. Варианты создания предварительного напряжения в арматуре: механическое натяжение арматуры на упоры, электрическое или электротермическое натяжение на упоры, натяжение на бетон.

Факторы, определяющие изменчивость прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям. Анализ данных, полученных в результате исследования [21], позволил установить следующее.

1. Влияние размеров поперечного сечения на величину изменчивости $C_v(M)$ практически отсутствует.

2. Наблюдается тенденция к уменьшению коэффициента вариации с возрастанием прочности элемента f_{cd} .

3. Величина $C_v(M)$ в небольшой степени зависит от диаметра проволочной арматуры.

4. Во многих случаях просматривается уменьшение численного значения $C_v(M)$ с возрастанием предельного изгибающего момента, воспринимаемого нормальным поперечным сечением предварительно напряженного элемента.

5. Влияние содержания предварительно напряженной арматуры на изменчивость предельного изгибающего момента существенно зависит как от прочности бетона, так и от класса арматуры. Величины $C_v(M)$, дифференцированные по этим факторам, приведены в табл. 1 для стержневой арматуры и в табл. 2 для проволочной.

6. В отношении влияния постановки преднапрягаемой арматуры в сжатой от внешней нагрузки зоне поперечного сечения элемента можно сказать следующее. Данные табл. 3 показывают некоторое увеличение изменчивости несущей способности при малом проценте армирования ($\rho_{1,p} \leq 1\%$) и отсутствие влияния преднапряженной арматуры в сжатой зоне при $\rho_{1,p} \geq 2\%$.

Таблица 1

Зависимость изменчивости $C_v(M)$ для изгибаемых преднапряженных элементов от класса и содержания стержневой арматуры и прочности бетона

f_{cd} , МПа	Величины $C_v(M)$ для класса и содержания арматуры											
	А400в (А-IIIв)			А600 (А-IV)			А800 (А-V)			А1000 (А-VI)		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	0,074	0,116	0,130	0,066	0,110	0,134	0,074	0,139	0,145	0,116	0,140	0,104
40	0,064	0,053	0,054	0,075	0,059	0,060	0,076	0,074	0,050	0,058	0,043	0,049
60	0,065	0,056	0,058	0,077	0,061	0,069	0,062	0,089	0,063	0,059	0,035	0,010

Таблица 2

Зависимость изменчивости $C_v(M)$ для изгибаемых преднапряженных элементов от класса и содержания проволочной арматуры и прочности бетона

f_{cd} , МПа	Величины $C_v(M)$ для класса и содержания арматуры											
	В-II, $d = 6$ мм			Вр-1500 (Вр-II), $d = 6$ мм			К-1400 (К-7), $d = 6$ мм			К-1500 (К-19), $d = 6$ мм		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	0,173	0,151	0,150	0,231	0,153	0,150	0,151	0,170	0,174	0,151	0,155	0,155
40	0,059	0,065	0,086	0,063	0,058	0,066	0,059	0,059	0,086	0,058	0,059	0,071
60	0,073	0,047	0,043	0,072	0,042	0,045	0,053	0,037	0,066	0,058	0,035	0,063

Таблица 3

Влияние наличия преднапряженной арматуры в сжатой зоне на величину изменчивости $C_v(M)$

№ п/п	f_{cd} , МПа	$\rho_{1,p}$	Величины $C_v(M)$	
			при отсутствии арматуры в сжатой зоне	при наличии арматуры в сжатой зоне
1	15	0,01	0,077	0,087
2	15	0,02	0,100	0,098

7. Увеличение вдвое содержания ненапрягаемой арматуры приводит к возрастанию $C_v(M)$ на 12%.

8. Использование электротермического (электромеханического) способа натяжения арматуры влечет за собой, по сравнению с механическим способом натяжения, к возрастанию изменчивости несущей способности на 20% (табл. 4). Замена натяжения арматуры на упоры натяжением на бетон увеличивает величину $C_v(M)$, примерно, на 14%.

Таблица 4

Влияние вида и способа натяжения преднапряженной арматуры на изменчивость $C_v(M)$

Вид и способ натяжения арматуры	механический		электротермический (электромеханический)
	на упоры	на бетон	
$C_v(M)$	0,059	0,067	0,071

Рекомендации по регулированию расчетной надежности изгибаемых элементов по несущей способности нормальных сечений. Проведенные ранее исследования [21, 24] показали применимость нормального закона распределения к описанию разброса несущей способности изгибаемых элементов с обычной арматурой. Для анализа применимости этого вывода к предварительно напряженным конструкциям использован полученный численным экспериментом массив величин M_u . Средняя по всем 102 группам данных вероятность принятия закона Гаусса, полученная с использованием критерия Пирсона χ^2 , составила 0,895. Это подтверждает возможность использования рассматриваемого закона применительно к анализируемому показателю.

Численные значения характеристик надежности β , вычислены по полученным оценкам изменчивости $C_v(M)$ [6]. Анализ полученных величин β позволяет сделать такие выводы и рекомендации.

1. Характеристики надежности имеют тенденцию к возрастанию с увеличением прочности бетона. Связь величины β с классом и содержанием преднапрягаемой арматуры более сложная. Ориентировочные величины β для различных численных значений f_{cd} , $\rho_{1,p}$ и разных классов арматуры приведены в табл. 5 для стержневой и в табл. 6 для проволочной арматуры. Из табличных данных видно, что при использовании бетона прочностью 20 МПа и менее для преднапряженных изгибаемых элементов требуемый показатель $\beta = 4$ [6] во многих случаях оказывается необеспеченным. В то же время, для высокопрочных бетонов, начиная с 40 МПа, величина β в 1,5-2 раза больше требуемой. Из этого можно сделать практический вывод о желательности использования для такого типа элементов бетона с $f_{cd} \geq 30$ МПа.

2. При регулировании надежности конструкций на стадии проектирования удобно использовать относительные значения β . Они указывают на степень возрастания или убывания гауссовского коэффициента надежности при переходе к различным сочетаниям класса арматуры, f_{cd} и $\rho_{1,p}$. Такие относительные величины β приведены в табл. 7 для стержневой арматуры и в табл. 8 для проволочной. По данным таблиц четко просматривается то обстоятельство, что повышение прочности бетона при проволочной арматуре в большей степени повышает надежность элементов, чем при стержневой, но не при всех сочетаниях $\rho_{1,p}$ и f_{cd} .

3. Для практического регулирования надежности элементов важно знать о сонаправленности или противоположной направленности изменения несущей способности и надежности элемента при возрастании или убывании того или иного фактора. С этой целью подсчитано и приведено в табл. 9 для стержневой арматуры и в табл. 10 для проволочной относительное изменение предельного изгибающего момента, воспринимаемого нормальным сечением элемента, в зависимости от изменения параметров f_{cd} , $\rho_{1,p}$ и класса арматуры.

Совместное рассмотрение содержания таблиц 7-10 позволяет установить, что увеличение предельного изгибающего момента за счет увеличения прочности бетона, класса и содержания рабочей арматуры не всегда сопровождается увеличением надежности элемента по прочности нормальных сечений. В частности, при использовании стержневой арматуры и бетона с $f_{cd} \leq 20$ МПа, наблюдается возрастание величины M_u с увеличением $\rho_{1,p}$, одновременно существенно уменьшается надежность элемента по этому предельному состоянию. В большинстве остальных случаев изменение f_{cd} и $\rho_{1,p}$ однонаправленно действует на M_u и β , хотя и с разными количественными характеристиками.

Таблица 5

Величины характеристики надежности β по прочности нормальных сечений изгибаемых преднапряженных элементов в зависимости от прочности бетона, класса и содержания стержневой арматуры

f_{cd} , МПа	Величины β для класса и содержания арматуры											
	А400В (А-IIIв)			А600 (А-IV)			А800 (А-V)			А1000 (А-VI)		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	5,60	3,96	3,60	6,04	4,14	3,50	5,50	3,38	3,26	3,96	3,36	4,33
40	6,16	6,86	6,79	5,55	6,40	6,34	5,50	5,60	7,07	6,47	7,14	7,58
60	6,10	6,66	6,53	5,45	6,40	5,87	6,28	4,90	6,22	6,47	8,19	9,77

Таблица 6

Величины характеристики надежности β по прочности нормальных сечений изгибаемых преднапряженных элементов в зависимости от прочности бетона, класса и содержания проволочной арматуры

f_{cd} , МПа	Величины β для класса и содержания арматуры											
	В-II, $d = 6$ мм			Вр-1500 (Вр-II), $d = 6$ мм			К-1400 (К-7), $d = 6$ мм			К-1500 (К-19), $d = 6$ мм		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	2,78	3,14	3,16	2,12	3,11	3,16	3,14	2,82	2,76	3,14	3,07	3,07
40	6,47	6,10	5,03	6,28	6,28	6,04	6,73	6,46	5,03	6,46	6,46	5,76
60	5,65	7,26	7,58	5,70	7,43	7,43	6,86	8,04	6,04	6,53	8,19	6,22

Таблица 7

Относительные величины характеристики надежности β по прочности нормальных сечений изгибаемых преднапряженных элементов в зависимости от прочности бетона, класса и содержания стержневой арматуры

f_{cd} , МПа	Относительные величины β для класса и содержания арматуры											
	А400В (А-IIIв)			А600 (А-IV)			А800 (А-V)			А1000 (А-VI)		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	1,00	0,71	0,64	1,08	0,74	0,62	0,98	0,60	0,58	0,71	0,60	0,77
40	1,10	1,23	1,21	0,99	1,14	1,13	0,98	1,00	1,26	1,15	1,28	1,35
60	1,09	1,19	1,17	0,97	1,14	1,05	1,12	0,87	1,11	1,15	1,46	1,74

Таблица 8

Относительные величины характеристики надежности β по прочности нормальных сечений изгибаемых преднапряженных элементов в зависимости от прочности бетона, класса и содержания проволочной арматуры

f_{cd} , МПа	Относительные величины β для класса и содержания арматуры											
	В-II, $d = 6$ мм			Вр-1500 (Вр-II), $d = 6$ мм			К-1400 (К-7), $d = 6$ мм			К-1500 (К-19), $d = 6$ мм		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	1,00	1,13	1,14	0,76	1,12	1,14	1,13	1,02	0,99	1,13	1,11	1,11
40	2,33	2,20	1,81	2,26	2,26	2,17	2,42	2,33	1,81	2,33	2,33	2,07
60	2,04	2,62	2,73	2,05	2,68	2,68	2,47	2,90	2,17	2,35	2,95	2,24

Таблица 9

Изменение предельного изгибающего момента M_u по нормальным сечениям для преднапряженного элемента в зависимости от прочности бетона, класса и содержания стержневой арматуры

f_{cd} , МПа	Относительная величина M_u для класса и содержания арматуры											
	А400В (А-IIIв)			А600 (А-IV)			А800 (А-V)			А1000 (А-VI)		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	1,00	1,15	1,18	1,02	1,15	1,17	1,17	1,20	1,22	1,21	1,24	1,25
40	1,18	1,65	1,79	1,22	1,67	1,80	1,37	1,83	1,95	1,74	2,01	2,07
60	1,24	1,77	2,12	1,27	1,90	2,16	1,46	2,17	2,44	1,63	2,42	2,42

Таблица 10

Изменение предельного изгибающего момента M_u по нормальным сечениям для преднапряженного элемента в зависимости от прочности бетона, класса и содержания проволочной арматуры

f_{cd} , МПа	Относительная величина M_u для класса и содержания арматуры											
	В-II, $d = 6$ мм			Вр-1500 (Вр-II), $d = 6$ мм			К-1400 (К-7), $d = 6$ мм			К-1500 (К-19), $d = 6$ мм		
	$\rho_{1,p} = 1\%$	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
20	1,00	1,02	1,03	0,99	1,01	1,02	1,01	1,02	1,03	1,01	1,02	1,03
40	1,49	1,66	1,75	1,46	1,63	1,71	1,52	1,68	1,76	1,51	1,68	1,76
60	1,72	2,15	2,41	1,66	2,07	2,33	1,78	2,29	2,47	1,76	2,20	2,46

4. Увеличение вдвое содержания ненапрягаемой арматуры приводит к снижению характеристики безопасности на 8%.

5. Постановка в сжатой зоне сечения преднапряженной арматуры в количестве 0,5 и 1% уменьшает соответственно величину β на 9 и 17%.

6. Использование электротермического способа натяжения арматуры на упоры вместо механического приводит к снижению показателя надежности на 10%. Натяжение арматуры на бетон уменьшает величину β на 7%.

7. Как следует из практической независимости $C_v(M)$ от размеров поперечного сечения элемента, величина β не зависит от этих факторов.

8. Приведенные в табл. 7 и 8 относительные величины β получены при изменчивости нагрузки 0,1 [5, 21]. С увеличением $C_v(V)$ изменения β несколько сглаживаются. Поэтому данные таблиц являются ориентировочными. Величины гауссовских характеристик безопасности в каждом конкретном случае необходимо подсчитывать по следующей формуле [6]:

$$\beta = \frac{\bar{R}^I - \bar{F}^I}{\sqrt{(\bar{R}^I)^2 C_v^2(R^I) + (\bar{F}^I)^2 C_v^2(F^I) - 2r_{RF} \cdot \bar{R}^I \cdot \bar{F}^I \cdot C_v(R^I) \cdot C_v(F^I)}} \quad (1)$$

где F^I – численное значение обобщенного силового воздействия; R^I – значение обобщенной несущей способности элемента; r_{RF} – нормированный корреляционный момент R и F .

9. Сравнение полученных результатов с исследованиями [21, 25] показывает, что качественно картина влияния f_{cd} , ρ_1 и класса арматуры на величины $C_v(M)$ и β для преднапряженных элементов та же, что и для изгибаемых элементов с обычной арматурой.

Выводы

1. Коэффициент вариации прочности нормальных сечений изгибаемых преднапряженных железобетонных элементов существенно зависит от прочности бетона, класса и содержания рабочей арматуры, вида и способа ее натяжения, содержания ненапрягаемой арматуры, а также, в небольшой степени, от диаметра проволочной арматуры, от наличия преднапрягаемой арматуры в сжатой от внешней нагрузки зоне поперечного сечения. Практически не влияют на изменчивость прочности размеры поперечного сечения элемента.

2. Для регулирования расчетной надежности изгибаемых элементов по прочности нормальных сечений следует использовать такие конструктивные факторы, как изменение диаметра проволочной

арматуры, класса и содержания рабочей арматуры, а также подбор должной прочности бетона.

3. С точки зрения надежности конструкции в железобетонных преднапряженных изгибаемых элементах нежелательно использование бетона прочностью ниже 30 МПа.

4. С этих же позиций целесообразно при изготовлении преднапрягаемых конструкций использовать механическое натяжение арматуры на упоры.

5. Надежность преднапрягаемых железобетонных элементов по прочности нормальных сечений уменьшается при постановке напряженной арматуры в сжатой от внешней нагрузки зоне сечения, а также с увеличением содержания ненапрягаемой арматуры.

6. Качественно полученные результаты совпадают с теми, какие получены для ненапрягаемых изгибаемых элементов М.М. Заставой [21].

Summary

The article examines the factors that determine the variability of strength of bent prestressed reinforced concrete elements on the normal section. Recommendations for the regulation of calculated reliability are developed.

1. Стрелецкий Н.С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений / Н.С. Стрелецкий. – М.: Стройиздат, 1947. – 94 с. 2. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. / А.Р. Ржаницын – М.: Стройиздат, 1978. – 238 с. 3. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений / В.В. Болотин. – М.: Стройиздат, 1982. – 352 с. 4. Райзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций / В.Д. Райзер. – М.: Стройиздат, 1986. – 194 с. 5. Кудзис А.П. Оценка надежности железобетонных конструкций / А.П. Кудзис. – Вильнюс: Москлас, 1985. – 156с. 6. Застава М.М. Регулирование расчетной надежности железобетонных конструкций / М.М. Застава, А.А. Агаев, Ю.А. Работин. – Одесса, 1996. – 194 с. 7. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций / А.В. Перельмутер. – К.: УкрНИИпроектстальконструкция, 2000. – 216 с. 8. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций / А.С. Лычев. – Москва: АСВ, 2008. – 184 с. 9. Високоэффективні технології та комплексні конструкції в промисловому й цивільному будівництві: монографія / О.Г. Онищенко, С.Ф. Пичугін, В.О. Онищенко, Л.І. Стороженко, О.В. Семко, Ю.С. Слюсаренко, І.А. Ємельянова, О.М. Ландар. – Полтава: ПФ «Форпіка», 2010. – 452 с. 10. Пичугин С.Ф. Надежность строительных конструкций. Работа научной школы проф. Пичугина С.Ф. – Полтава: ООО «АСМИ», 2010. – 434 с. 11. Бамбура А.М. Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій по

національному нормативному документу, що розробляється / А.М. Бамбура, А.Я. Барашников, О.Б. Гурківський // Будівельні конструкції. Зб. Наукових праць у 2-ох томах. – Київ: НДІБК, 2005. – Том 1. – С. 36-43.

12. Барашников А.Я. Розрахунки підсилених залізобетонних елементів за деформаційною моделлю / А.Я. Барашников, І.В. Задорожнікова // В зб. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». Вип. 14. – Рівне. – 2006. – С. 443-448.

13. Johnson A.I. Strength, safety and economical dimensions of structures / A.I. Johnson. Bull. of Div. Struct. Engng, Roy. Inst. Techn. Stockholm, 1953. – № 12. – P. 73-78.

14. Freudenthal A.M. Safety, Reliability and Structural Design / A.M. Freudenthal // Journ. Structural Div. (Proc. of ASCE) 87, ST/3/1961. – P. 814-823.

15. Rackwitz R. An Algorithm for the Calculation of Structural Reliability under Combined Loading / R. Rackwitz, В. Friessler // Berichte zur Sicherheitstheorie der Bauwerke. – Munchen. Jab. f. Konstr. Ing., 1977. – S. 489-494.

16. Аугусти Г. Вероятностные методы в строительном проектировании: пер. с англ. / Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати. – М.: Стройиздат, 1988. – 580 с.

17. Todinov M.T. Reliability and risk models: setting reliability requirements / M.T. Todinov. John Wiley & Sons, Ltd, New York, 2005. – 322 p.

18. Ditlevsen O. Structural Reliability Methods: monograph / O. Ditlevsen, H.O. Madsen. – Technical University of Denmark, 2007. – 361 p.

19. EN 1992-1:2001 (Final draft, April, 2002) Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings. – Final draft. December, 2004. – 230 p.

20. Vrouwenvelder T. JCSS Probabilistic Model Code, Proceedings of the conference on safety, Risk and Reliability Malta, 2001.

21. Застава М.М. Расчет железобетонных элементов при случайной переменной нагрузке с учетом изменчивости физико-механических характеристик бетона и арматуры: дис. ... доктора техн. наук: спец. 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / Михаил Михайлович Застава. – Одесса, 1992. – 313 с.

22. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний від 2010 – 09 – 01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97с. – (Державні будівельні норми України).

23. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого залізобетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. – [Чинний від 2011 – 06 – 01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118с. – (Національний стандарт України).

24. Застава М.М. Закон распределения предельных изгибающих моментов многопустотных плит перекрытия / М.М. Застава, Е.В. Воробьева // Структурообразование, прочность и разрушение композиционных строительных материалов и конструкций: материалы международного семинара. – Одесса, 1995.

25. Застава М.М. Факторы, определяющие расчетную надежность железобетонных изгибаемых элементов по нормальным сечениям прямоугольной формы / М.М. Застава, Ю.А. Работин // Структурообразование, прочность и разрушение композиционных строительных материалов и конструкций: материалы международного семинара. – Одесса, 1994. – С. 66-67.