

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Экономическая безопасность»

У9(2).я7
Г953

В.Г. Гурлев, Т.С. Хомякова

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Учебное пособие

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2019

ББК У9(2)–983.я7
Г953

*Одобрено
учебно-методической комиссией
Высшей школы экономики и управления*

*Рецензенты:
В.В. Пудовкин, Л.Н. Галкина*

Г953 **Статистическая обработка экспертных исследований экономической безопасности предприятий:** учебное пособие / В.Г. Гурлев, Т.С. Хомякова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 104 с.

Учебное пособие предназначено для практических занятий и самостоятельной работы студентов, обучающихся по специальности «Экономическая безопасность». Учебное пособие разработано на основе рабочей программы курса «Практикум по судебной экономической экспертизе» для подготовки студентов по специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность».

Учебное пособие содержит характеристику целей и задач практических занятий, планы и тематику практических занятий, семестровые задания и образцы их выполнения, обеспечивающую литературу.

ББК У9(2)–983.я7

© Издательский центр ЮУрГУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Показатели комплексной оценки экономической и энергетической безопасности предприятий.....	5
2. Теоретические основы статистической обработки экономических отчётных данных предприятий	
2.1. Средние величины	12
2.2. Теоретические основы «статистической теории ошибок».	
Типовые задачи.....	15
2.3. Сущность, понятие и особенности экономической экспертизы	19
2.4. Количественные и качественные данные. Ряды распределения и гистограммы.....	21
2.5. Вероятность. Вычисление вероятности.....	26
3. Построение математической модели на примере комплексной оценки хозяйственной деятельности предприятий	49
Библиографический список	103

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности «Экономическая безопасность» (уровень специалитет).

Целью проведения практических занятий является: формирование у будущих специалистов знаний и умений в области статистической отчетности на основе экономических показателей предприятий во взаимодействии со статистической наукой; помощь в освоении будущего специалиста методам использования статистических показателей в изучаемых направлениях – математическая обработка результатов по экономической экспертизе; формирование и систематизация знаний в области экономических экспертиз по экономической безопасности; изучение методов анализа прикладных задач.

Учебное пособие содержит методы и инструментарию оценки статистических показателей, материалы консультативных фирм и нормативных документов, отчетных данных предприятий. В пособии приведены примеры оценки экономической безопасности предприятий.

1. ПОКАЗАТЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

В условиях конкурентоспособности предприятий потребность как экономической, так и энергетической безопасности обусловлено меняющимися условиями функционирования экономических субъектов России. Энергетическая безопасность России опирается на сырьевую базу стратегических ресурсов и созданный производственный потенциал топливно-энергетического комплекса (ТЭК). При этом энергетическая составляющая хозяйствующих субъектов РФ является основополагающим элементом экономической безопасности и стабильности общества в аспекте новых геополитических реалий. Примитивная сырьевая экономическая и низкоэффективная энергетически производственная база и ряда других негативных характеристик, обусловлено низкой эффективностью менеджмента на всех уровнях предприятий. В основных направлениях экономического развития предусматривающих конкретную направленность развития хозяйствующих субъектов РФ регионов на период до 2025 г. внимание уделено экономически устойчивому развитию предприятий. Регион как социально-экономическая система характеризуется комплексом взаимосвязанных показателей, среди которых показатели стабильности развития являются значимыми. Важно комплексно оценить экономическую и энергетическую безопасность предприятий. В научной литературе такую оценку называют диагностикой [1, 2, 5]. Применение комплексной системы показателей («индикаторов») оценки остаётся малоиспользуемой, в тоже время известно [3...8], экономическая устойчивость не измеряется одномерно, а оценивается системой сбалансированных критериев и показателей.

Хозяйственная эффективность предприятий непосредственно связана с обеспечением их экономической безопасности. При этом выделены три элемента: экономическая самостоятельность предприятий и конкурентоспособность; стабильность и устойчивость экономического состояния предприятий; способность к саморазвитию и прогрессу [7, 8]. Важно разработать инструментарию [3, 7], применение которых позволят прогнозировать ситуацию на будущее.

Оценка хозяйственной деятельности предприятий возможно производить по системе коэффициентов (показатели-индикаторы)¹, вся совокупность которых классифицирована по шести группам, табл.1, рис.1.

¹Понятие «индикатор» – indicator, то есть указатель, которые отражают сущностные характеристики той или иной системы или явления.

Таблица 1

Оценочные показатели (индикаторы) и факторы на них влияющие

Номер п.п.	Принадлежность	Гр. индикаторов по функциональному признаку	Наименование показателя (индикатора) в группе (код коэф.). Характеристика показателя	Расчётная формула	Наименование и код факторов	
Группа внутренних показателей						
1	Экономическая безопасность	1. Оценка эффективности. Характеризует инвестиционный потенциал предприятий.	Y-1-1. Коэф. рентабельности активов. (Returnonassets – ROA)	$ROA = \frac{ЧП}{ОА + ВА}$	<p>ОА – оборотные активы, тыс. руб. – X-1-1.</p> <p>З_{общ} – общ. затраты энергии на производство продукции, Гигакалорий-часов (Гкал-ч.) – X-1-2.</p> <p>УЭБ – показатель удельной энергоёмкости за ед. продукции, Гигакалорий-часов /шт (Гкал-ч/шт.) – X-1-3.</p> <p>V_{потр}^{год} – объём потребляемой энергии в год, Гкал-ч. – X-1-4.</p> <p>V_{огр} – объём ограничений энергоснабжения, Гкал-ч – X-2-1.</p> <p>ВА – внеоборотные активы, тыс. руб. – X-2-2.</p> <p>N – энергетическая нагрузка соответствующей потребляемой энергии предприятием, Гкал-ч. – X-2-3.</p> <p>ЭП_{баз} – базовый показатель удельной энергоёмкости за единицу продукции, Гкал-ч/шт. – X-2-6.</p> <p>Д – выплаченные дивиденды, тыс. руб. – X-2-7.</p> <p>З_к – заёмный краткосрочный капитал, тыс. руб. – X-3-10.</p> <p>ССП – ставка ссудного процента – Const (РФ).</p> <p>ЭП – энерго-производительность предприятия отчётного периода, тыс. руб/Гкал-ч.</p>	
2			Y-1-2. ЭФР – эффект финансового рычага (финансовый левередж)	$ЭФР = 0,8 \left(\frac{ОП}{ОА + ВА} - ССП \right) \frac{ЗК_к}{СК}$		Оценка уровня риска по колебаниям чистой прибыли, вызванным постоянной величиной затрат предприятия по обслуживанию долга
3			Y-1-3. ROE – коэф. рентабельности собственного капитала (СК)	$ROE = \frac{ЧП}{СК}$		
4	Энергетическая безопасность		Y-1-4. К _{ЭМндж} – коэф. эффективности энергетического менеджмента	$К_{ЭМндж} = \frac{З_э}{З_{Эн}}$		
5			Y-1-5. К _{ЭнПр} – коэф. энергетической производительности	$К_{ЭнПр} = \frac{ЭП}{ЭП_{баз}}$; $ЭП = \frac{ОП}{V_{потр}^{год}}$, $К_{ЭнПр} = \frac{ОП * ЭП_{баз}}{V_{потр}^{год}}$		

Продолжение табл. 1

Номер п.п.	Принадлежность	Гр. индикаторов по функциональному признаку	Наименование показателя (индикатора) в группе (код коэф.). Характеристика показателя	Расчётная формула	Наименование и код факторов	
Группа внутренних показателей (продолжение)						
6	Экономическая безопасность	2. Оценка деловой активности (ДА)	2. Характеристика работы предприятия относительно величины авансированных ресурсов (величины их потребления) в процессе производства	У-2-6. КО _а – коэф. оборачиваемости всех используемых активов	$КО_a = \frac{ОП}{ОА + ВА}$	ФК _р – привлеченный финансовый (банковский) кредит, тыс. руб. – X-2-8. V _{потр} – объём потребления энергии, Гкал-ч – X-3-3. З _{эн} – предыдущие (плановые) затраты на потребление энергии в год, тыс. руб/год – X-3-6.
7				У-2-7. ПО _{СК} – период оборота собственного капитала, в днях	$ПО_{СК} = \frac{СК * 365}{ОП}$	
8	Энергетическая безопасность	3. Оценка финансовой устойчивости (ФУ)	3. Характеризует надёжность гарантированной платежеспособности	У-3-8. КФЗ – коэф. финансовой зависимости	$КФЗ = \frac{ОА + ВА}{СК}$	V _{вэл} – объём потребляемой энергии за счёт использования ВЭПр, (Внешний энергетический производитель), Гкал-ч. – X-3-8. СК – собственный капитал (капитал и резервы), тыс. руб. – X-3-9. ЗК _к – заёмный краткосрочный капитал, тыс. руб. – X-3-10. ЧП – чистая прибыль, тыс. руб. – X-4-1. V _{пр} – объём производства энергии, Гкал-ч – X-4-2. N ^{max} – энергетическая нагрузка, соответствующая производству энергии энергосистемы, Гкал-ч. – X-4-4. ОП – объём выпускаемой продукции в стоимостном выражении, тыс. руб. – X-4-6. ЭП – энерго-производительность предприятия отчётного периода, тыс. руб/Гкал-ч.
9				У-3-9. К _{уэр} – коэф. оценки темпа увеличения СК за счёт ФХД	$К_{уэр} = \frac{ЧП - Д}{СК}$	
10				У-3-10. КМ _{СК} – коэф. маневренности СК	$КМ_{СК} = \frac{ОА}{СК}$	
11	Экономическая безопасность	4. Оценка платёжеспособности (ПС)	4. Стабильность расчета по обязательствам	У-4-11. КАЛ – коэф. абсолютной ликвидности – «кислотный тест»	$КАЛ = \frac{ДСр + ФК_p}{ЗК_k + ФК_p}$	
12				У-4-12. КТЛ – коэф. оценки текущей ликвидности	$КТЛ = \frac{ОА}{ЗК_k + ФК_p}$	

Номер п.п.	Принадлежность	Гр. индикаторов по функциональному признаку	Наименование показателя (индикатора) в группе (код коэф.). Характеристика показателя	Расчётная формула	Наименование и код факторов	
Группа внутренних показателей (продолжение)						
13	Энергетическая безопасность	5. Оценка степени обеспеченности энергией	5. Состояние энергетического баланса предприятия. Надёжность энерго-снабжения	У-5-13. Эб–коэф. энергетического баланса	$\mathcal{E}_б = \frac{\bar{V}_{\text{потр}}}{\bar{V}_{\text{пр}}}$	<p>ДСр– краткосрочные финансовые вложения, тыс. руб. – X-4-8.</p> <p>Зэ – затраты при наиболее рациональном использовании энергии в год, тыс. руб/год – X-4-9.</p> <p>V_{сбг}– объём потребляемой энергии от собственного генератора, Гкал-ч.</p> <p>365 – количество дней в году –Const.</p> <p>N_{отк}– количество технических отказов при эксплуатации энергетических установок – X-2-9.</p> <p>N_{эксп}– общее число эксплуатации технических средств – X-1-5.</p> <p>τ_{экс}– время эксплуатации энергетических установок предприятия, час. –X-4-10.</p>
14				У-5-14. Сндж– коэф. надёжности энергоснабжения	$C_{\text{ндж}} = \frac{\bar{V}_{\text{потр}} - \bar{V}_{\text{огр}}}{\bar{V}_{\text{потр}}}$	
15				У-5-15. Ксб – коэф. собственной генерации вторичных энергоисточников в объёме энергопотребления	$K_{\text{сбг}} = \frac{V_{\text{сбг}}}{V_{\text{потр}}^{\text{год}}}$ <p>где</p> $V_{\text{сбг}} = V_{\text{потр}}^{\text{год}} - V_{\text{вэп}}$ $K_{\text{сбг}} = \frac{V_{\text{потр}}^{\text{год}} - V_{\text{вэп}}}{V_{\text{потр}}^{\text{год}}}$	
16				У-5-16. Эоф– коэф. износа (ОФ) по энергообеспечению	$\mathcal{E}_{\text{оф}} = 1 - \frac{I_{\text{оф}}}{C_{\text{прОФ}}}$	
17				У-5-17. Rm– коэф. тех. состояния энерго установок предприятия. Износ ОФ по энергообеспечению	$R_m = \frac{N_{\text{отк}}}{N_{\text{экс}}}$	
18				У-5-18. Pτ– коэф. совершенства технических средств энерго-установок (отказ)	$P_\tau = e^{-\left(\frac{N_{\text{эксп}}}{\tau_{\text{эксп}}}\right)}$	

Номер п.п.	Принадлежность	Гр. индикаторов по функциональному признаку	Наименование показателя (индикатора) в группе (код коэф.). Характеристика показателя	Расчётная формула	Наименование и код факторов	
Группа внешних показателей						
19	Энергетическая безопасность	6. Энергетическая структура производства	6. Энергетическая составляющая в выпуске продукции (энерго-структура)	У-6-19. $K_{ЭНСбс}$ – коэф. энергетической составляющей в себестоимости продукции	$K_{ЭНСбс} = \left(1 - \frac{З_{ЭН}}{З_{общ}} \right)$	<p>$C_{прОФ}$ – первоначальная стоимость основных фондов (ОФ), тыс. руб. – X-2-4.</p> <p>$\bar{I}_ц^{прод}$ – усреднённый индекс цен на продукцию за расчётный (отчётный) период – X-2-5.</p> <p>$I_{оф}$ – износ основных фондов за весь период эксплуатации, тыс. руб. – X-3-1.</p> <p>$З_{ЭН}$ – затраты предприятия на потребление энергии в год, тыс. руб/год – X-3-6.</p> <p>$\bar{I}_ц^{энер}$ – усреднённый индекс цен на энергообеспечение за расчётный (отчётный) период – X-4-3.</p>
20				У-6-20. $K_{ЭНёмк}$ – коэф. удельной энергоёмкости продукции предприятия	$K_{ЭНёмк} = \left(\frac{ЭП_{Баз}}{УЭБ} \right)$ <i>ЭП_{Баз} – баз. показатель удельной энергоёмкости за ед. продукции (показатель по анализируемой отрасли)</i>	
21				У-6-21. $K_{СтрЭП}$ – коэф. структуры энергопотребления (степень несовпадения предоставляемой и потребляемой энергии)	$K_{СтрЭП} = \left(\frac{N^{max} - N}{N^{max}} \right)$	
22				У-6-22. $C_{сбц}$ – коэф. сбалансированности цен по энергообеспечению. Ценовой фактор энерг. безопасности предприятия	$C_{сбц} = \frac{\bar{I}_ц^{прод}}{\bar{I}_ц^{энер}}$ Степень сбалансированности цен на рынке	

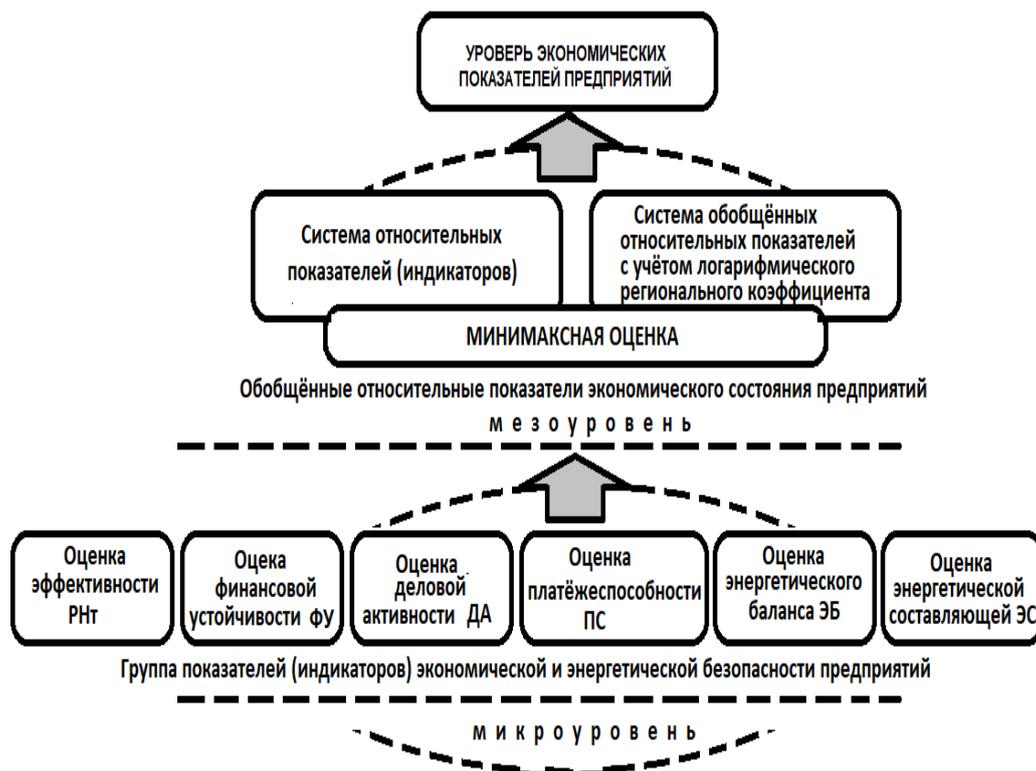


Рис.1. Структурная схема оценки экономической и энергетической безопасности предприятий РФ

По соответствующей системе относительных оценочных коэффициентов (ООК) с использованием результатов динамического анализа регионов по индексу ВВП и ВРП на душу населения предоставляется возможность произвести оценку развития инфраструктуры, как территориально локализованной подсистемы региона по соответствующим коэффициентам [4, 8...11]. В результате реализации планов производственных программ степень изменения показателей оценки экономической и энергетической безопасности предприятий можно выразить обобщёнными относительными (интегральными) показателями в пределах единицы².

$$ОП_i = \frac{Y_i}{Y_{max}}, \text{ или } ОП_{Y_i} = \frac{Y_{i(min)}}{Y_i}.$$

Концепция национальной безопасности в Российской Федерации в качестве одного из механизмов её реализации предполагает формирование государственной системы мониторинга состояния национальной безопасности, предусматривающей: «...получение, обработку, анализ данных об угрозах общественной безопасности...» [1,2,3]. Решение этой и других, связанных с ней задач, предполагает проведение исследований статистических данных (показатели, приведённые в табл.1) об экономическом состоянии предприятий на фоне складывающегося в стране экономического

² Одной из таких систем является система уравнений безразмерного (нормированного) относительного исчисления. Для каждого показателя $Y_i (i = 1...n)$ определены наилучшие значения (максимальные или минимальные в зависимости от вида коэффициента) всех анализируемых предприятий ЖКХ Уральского ФО.

положения с целью выявления особенностей, условий и факторов их формирования.

При «идеальных» условиях функционирования предприятий, относительный показатель удовлетворяет соотношению $ОП_i = 1,0$. Степень изменения экономической и энергетической безопасности предприятий с учётом ВВП (или ВРП), выражен обобщённым оценочным коэффициентом $ООК_{i(ВВП)}$

$$ООК_{i(ВВП)} = ОП_{Y_i} * 10 * \lg \frac{ВВП}{[ВВП_{(minРФ)}]}$$

где $ОП_{Y_i} = \frac{Y_i}{Y_{i(max)}}$ – относительный интегральный показатель при условии, когда $Y_{i(max)}$ – величина i -го коэффициента в группе показателей должна быть наибольшей; $ОП_{Y_i} = \frac{Y_{i(min)}}{Y_i}$ – обобщённый оценочный коэффициент, если $Y_{i(min)}$ – минимальная величина i -го коэффициента является наилучшей; Y_i – оцениваемая (исследуемая) величина i -го коэффициента; коэффициент $10 * \lg \frac{ВВП}{[ВВП_{(minРФ)}}$ – логарифмический показатель, учитывающий уровень валового внутреннего продукта (ВВП) оцениваемого периода по отношению к $ВВП_{minРФ}$ РФ – базового года оценки (например, за 2010 г.) Значение $ООК_{i(ВВП)}$ должно удовлетворять условию, когда $ООК_{i(ВВП)} > 0,0$. В этом случае, чем больше величина логарифмического коэффициента $10 * \lg \frac{ВВП}{[ВВП_{(minРФ)}}$, тем более благоприятные условия стабильного функционирования предприятий соответствующего периода.

Существует известный факт – экономика страны подвержена воздействию мировых экономических кризисов и экономических санкций западных стран [1]. Об этом свидетельствует динамика ВВП, инвестиций в основной капитал и производительности труда в сопоставимой по годам оценке. И темпы развития национальной экономики нельзя признать устойчивыми и высокими. Решение этой и других, связанных с ней задач, предполагает проведение исследований статистических данных об экономическом состоянии предприятий. Поэтому, представляется возможным и необходимым определить и выявить функциональную зависимость между состоянием национальной экономики, финансово-экономическим состоянием производств и состоянием внешней экономической деятельности России на основе статистических данных.

Экономическая безопасность – это совокупность условий и факторов, обеспечивающих независимость национальной экономики в её стабильном состоянии и устойчивом развитии, в способности к постоянному обновлению и совершенствованию. Понятие «экономическая безопасность» отождествляется с условиями и факторами способными защитить национальную экономику от внешних и внутренних опасностей и угроз. Опасность и угроза – это такое состояние и направленность изменения внешней и внутренней среды национальной экономики, такая форма существования и вид деятельности их субъектов, которые оказывают или способны оказать негативное влияние и вредное воздействие на её поступательное развитие и жизненно важные экономические интересы государства, общества, личности [5].

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТЧЁТНЫХ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Средние величины

Статистическая обработка. Так называется правило вычислений «функций – значение», полученное на его основе. Основой теории статистических выводов является теория вероятностей. Если Y – есть случайная переменная, т. е. величина при эксперименте (наблюдение за изучаемым явлением). Информация об экономическом состоянии предприятий, которая отражается в официальных статистических сборниках и обзорах являются «случайными» переменными. Случайные переменные могут быть дискретными или непрерывными. В этом случае, среднее μ случайной величины есть мера положения центра её распределения на «числовой оси». Математически среднее определяется как

$$\mu = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} f(y) dy, & y - \text{непрерывная} \\ \sum_{\text{по всему}} y p(y), & y - \text{дискретная} \end{cases}$$

Средняя μ может быть выражена и в терминах *математического ожидания* или *результата усреднения* по большому интервалу переменной Y (средняя арифметическая, средняя геометрическая и средняя гармоническая величины).

$$\mu = E(y) \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} f(y) dy, & y - \text{непрерывная} \\ \sum_{\text{по всему}} y p(y), & y - \text{дискретная} \end{cases},$$

где E – оператор математического ожидания.

Средний арифметический результат это обобщающая характеристика однотипных явлений по одному из варьирующих признаков. Средней арифметической величиной называется такое значение признака в расчете на единицу совокупности, при вычислении которого общий объем признака в совокупности сохраняется неизменным. Исходя из определения, формула средней арифметической величины имеет вид

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_i – числовые значения совокупности, n – количество числовых величин в совокупности.

По представленной формуле вычисляются средние **величины первичных (объемных) признаков**, если известны индивидуальные значения признака. Если изучаемая совокупность велика, исходная информация чаще представляет собой ряд распределения, или группировку, то расчет проводят по средней арифметической **взвешенной**

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i * f_i}{\sum f_i},$$

где f_i – численность единиц совокупности в группе.

Расчёт средних геометрической и гармонической величин определяются по следующим выражениям.

Средняя геометрическая величина

$$\sqrt[n]{X_1 * X_2 * \dots * X_n}$$

Средняя гармоническая величина

$$\bar{X} = \frac{\sum \varpi_i}{\sum \frac{\varpi_i}{X_i}},$$

где $X_1 * X_2 * X_3 * \dots * X_n$ – значения переменных; ϖ_i – результирующий показатель. Средняя гармоническая простая \bar{X} применяется в тех случаях, когда произведение $a_i * p_i$ одинаковы или равны единице ($\varpi_1 = \varpi_2 = \varpi_3 = \dots = \varpi_m$ или $\varpi_i = 1$)

$$\bar{X} = \frac{1+1+1+\dots+1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \dots + \frac{1}{a_n}} = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{a_i}},$$

где a_i – значения вариантов в выборке; p_i – частота появления в выборке.

Медиана – значение, которое приходится на середину ряда, если разложить данные результаты в порядке возрастания или убывания. Такую среднюю величину используют, когда имеются слишком большие или слишком малые значения наблюдений. Тогда, совершенно очевидно, необходимо определять не среднюю величину, а **медиану**. Например, результат представления экспертных оценок 18 экспертов. Все эксперты распределены по трём предприятиям по 6 человек. Результаты оценки исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результат оценки

Предприятие «А»		Предприятие «Б»		Предприятие «В»	
Эксперт	Данные экспертизы, кол-во	Эксперт	Данные экспертизы, кол-во	Эксперт	Данные экспертизы, кол-во
Эксперт «А-1»	86	Эксперт «Б-1»	89	Эксперт «В-1»	225
Эксперт «А-2»	74	Эксперт «Б-2»	71	Эксперт «В-2»	47
Эксперт «А-3»	54	Эксперт «Б-3»	67	Эксперт «В-3»	57
Эксперт «А-4»	111	Эксперт «Б-4»	58	Эксперт «В-4»	47
Эксперт «А-5»	53	Эксперт «Б-5»	110	Эксперт «В-5»	94
Эксперт «А-6»	90	Эксперт «Б-6»	73	Эксперт «В-6»	0
Средний результат	78	Средний результат	78	Средний результат	94

Предприятие «А» – 53 54 74 86 90...111

Предприятие «Б» – 58 67 71 73 89...110

Предприятие «В» – 47 47 57 94 225

Медиана предприятия «А»: если значения середины ряда равны 74 86, тогда средняя величина, т. е. медиана равна

$$\frac{74+86}{2} = 80,0 .$$

Медиана предприятия «Б»: если значения середины ряда равны 71 73, тогда средняя величина, т. е. медиана равна

$$\frac{71+73}{2} = 72,0 .$$

Медиана предприятия «В»: если значения середины ряда равны 57 77, тогда средняя величина, т. е. медиана равна

$$\frac{57+94}{2} = 75,5 .$$

Если ряд состоит из нечётного числа значений, то медианой будет величина, находящаяся точно по середине:

47 4757 94 225 – средняя величина
57 – медиана

Если ряд состоит из чётного числа значений, то медианой будет среднее значение между 3-й и 4-й (вариант предприятия «А») величинами:

54 6474 79 86...111
величина 74 79 – медиана,
 а именно $\frac{74+79}{2} = 76,5$

2.2. Теоретические основы «статистической теории ошибок».

Типовые задачи

Выборки и выборочные распределения. Целью выводов по данным «статистики» является вывод о некоторой совокупности, используя выборку из неё. Т. е. «выборка» основана на том, что необходимо предположить при использовании случайных величин (данные отчётов предприятий) [5, б]. Если вся наблюдаемая (исследуемая) совокупность состоит из N -элементов, а берётся только выборка из n -элементов, то каждая из $\frac{N!}{(N-n)! \cdot n!}$ возможных выборок может быть изменена с равной вероятностью. Такая процедура называется взятием случайной выборки. В практике «получения случайных «выборок» встречаются трудности, и при этом могут быть полезны таблицы случайных чисел.

Наблюдения в выборке в теории статистики определяются как любая функция от множества результатов наблюдений, не содержащих неизвестных параметров. При наборе наблюдений $y_1, y_2, y_3, y_3 \dots y_n$, данные представляют собой выборку некоторых наблюдений. Тогда выборочное среднее будет определено как

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i,$$

а выборочная дисперсия как

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

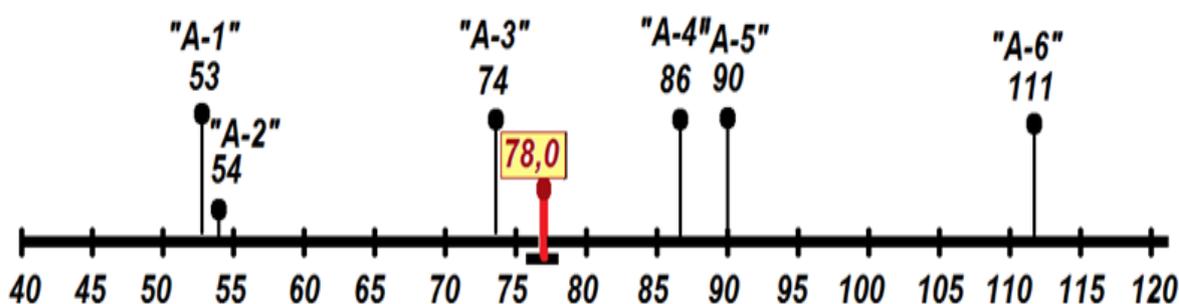
или выборочное стандартное (среднеквадратичное) отклонение

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

Выборочное среднее и выборочная дисперсия и будут являться статистиками. Эти величины соответственно и будут характеризовать положение центра и рассеивание выборки (дисперсию). Исследования в интересных областях (технике, экономике, социологии и т.д.) условно подразделены на две группы:

- поиск оптимальных условий (решений);
- опытная проверка и уточнение моделей, описываемых процессов.

Предприятие "А" Средняя величина "76,5"



Предприятие "Б" Средняя величина "72"

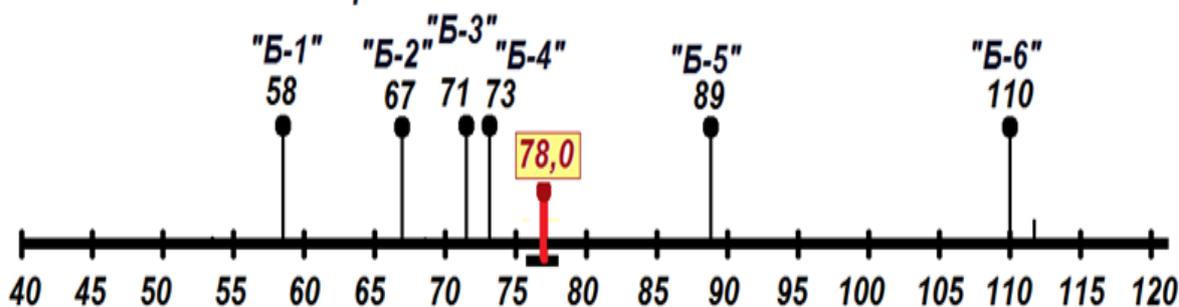


Рис. 2. Шкала результатов экспертных оценок предприятий «А» и «Б»: средние величины «А» и «Б» одинаковы – «78», но ситуации, представленные по шкале сильно отличаются

Стандартное отклонение. Если рассмотреть результаты оценки предприятий «А» и «Б» (см. табл. 2), то очевидно, что средние величины имеют одинаковые значения – «78» (рис. 2).

Следовательно, *стандартное отклонение (СО)* – это показатель, характеризующий «отдельное отличие» от средней величины. И становится очевидным, что величина отклонения не может быть меньше «нуля».

0 (минимум)

Разброс есть

Разброса нет - все величины равны

Стандартное отклонение рассчитывается по формуле

$$CO = \sqrt{\frac{\sum_i^n (i - \text{я величина} - \text{Среднее значение})^2}{n \text{ значений (общее количество результатов)}}$$

Стандартное отклонение результатов оценки предприятия «А» равно

$$CO_{\text{«А»}} = \sqrt{\frac{(86 - 78)^2 + (74 - 78)^2 + (54 - 78)^2 + (111 - 78)^2 + (53 - 78)^2 + (90 - 78)^2}{6}} \\ = 20,47$$

Стандартное отклонение результатов оценки предприятия «Б» равно

$$CO_{\text{«Б»}} = \sqrt{\frac{(89 - 78)^2 + (71 - 78)^2 + (67 - 78)^2 + (58 - 78)^2 + (110 - 78)^2 + (73 - 78)^2}{6}} \\ = 17,03$$

Стандартное отклонение результатов оценки предприятия «В» равно

$$CO_{\text{«В»}} = \sqrt{\frac{(225 - 94)^2 + (47 - 94)^2 + (57 - 94)^2 + (47 - 94)^2 + (94 - 94)^2}{5}} = 79,73.$$

Совершенно очевидно, что больший разброс результатов – отдельное отклонение от средней величины, будет на предприятии «В» против показателей предприятия «А» и «Б» (20,47 и 17,03). Формула для расчёта стандартного отклонения записывается в виде

$$CO = \sqrt{\frac{\sum_i^n (i - e \text{ значение} - \text{Среднее значение})^2}{n \text{ значений (общее количество)}}$$

или

$$CO = \sqrt{\frac{\sum_i^n (i - e \text{ значение} - \text{Среднее значение})^2}{n \text{ значений (общее количество)} - 1}}$$

где от общего количества значений вычитается «1».

Первая формула применяется при вычислении стандартного отклонения *генеральной* совокупности, а вторая – при определении стандартного отклонения при *выборочной* совокупности. При этом генеральная совокупность – вся изучаемая группа людей или объектов (событий), а выборочная совокупность это группа людей или объектов отобранных из генеральной совокупности. Например, как результаты, представленные в табл. 2. В практике обычно такие данные собрать не представляется возможным (данные генеральной совокупности), поэтому почти всегда применяется вторая формула

$$CO = \sqrt{\frac{\sum_i^n (i - e \text{ значение} - \text{Среднее значение})^2}{n \text{ значений (общее количество)} - 1}}$$

Погрешности («ошибки»). Изучение грубых и случайных погрешностей («ошибок»). Основные задачи оценки погрешностей сводятся к определению закономерностей распределения случайных величин и сведений, как качественных, так и количественных, а также установление *статистики* неизвестных измеряемых величин по результатам измерений.

Теоретические положения оценки погрешностей. Применяемые методики посвящены формулировке уточнённых выводов о численных значениях приближённо измеренных величин, а также об «ошибках» (погрешностях) измерений. Повторные измерения одной и той же казалось бы постоянной величины дают, как правило, различные результаты, так как каждое последующее измерение содержит некоторое отличие от предыдущего. Различают три основных вида погрешностей (ошибок): систематические, грубые и случайные.

Систематические погрешности. При оценке величин постоянно наблюдается либо преувеличение, либо преуменьшение результатов измерений. Это может быть от определённых причин (выбор и установка измерительных приборов, влияния окружающей среды и тех факторов, которые трудно определяемые и т. д.). Такие факторы влияют на определение данных наблюдений.

Грубые погрешности (ошибки). Такие ошибки возникают в результате просчёта, неправильного чтения показаний измерительных приборов, изучаемых документов и т. п. Результаты наблюдений, содержащие грубые «ошибки», сильно отличаются от других результатов и поэтому «хорошо» заметны.

Случайные погрешности. Они имеют место и происходят от различных случайных причин, действующих при каждом отдельном наблюдении непредвиденным образом то в сторону уменьшения, то в сторону увеличе-

ния результатов.

Например, в результате n независимых равноточных наблюдений некоторой неизвестной a , получены значения y_1, y_2, \dots, y_n . Разности $d_1 = y_1 - a, d_2 = y_2 - a, \dots, d_n = y_n - a$, будут называться истинными погрешностями. В терминах вероятностной «теории ошибок» все d_i трактуются как случайные величины, а независимость наблюдений понимается как взаимная независимость случайных величин $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$. Равно точность наблюдений истолковывается как одинаковая распределённость: истинные погрешности равноточных наблюдений есть суть одинаково распределённых случайных величин. При этом математическое ожидание случайных погрешностей $b = Ed_1 = \dots = Ed_n$ называется систематической погрешностью, а разности $d_1 - b, d_2 - b, \dots, d_n - b$ – случайными погрешностями («ошибками»).

2.3. Сущность, понятие и особенности экономической экспертизы

К экономической экспертизе относятся все виды анализа, связанного со стоимостной (денежной) оценкой факторов влияния. Экономическая экспертиза включает в себя анализ и определение характеристик совокупности рынков, связанных с рассматриваемым объектом, анализ рынка объектов-аналогов, параметры которого используются при сравнительном подходе к оценке стоимости, определение величины затрат по видам производственных мероприятий, параметры финансовой системы, уровень налогообложения, типы рисков.

Понятие и классификация методик экспертного исследования. Методики производства отдельных видов экспертных исследований, характеризуются сочетанием необходимых требований, что является основой качества и скорости решения задач экспертизы. Методика, в общем понимании, представляет собой «совокупность методических приёмов и подходов обучения или практического выполнения чего-либо». Конкретизация данного понятия, применительно к экспертной деятельности, вносит в него определенную специфику и уже в этом ракурсе под методикой экспертизы понимается «система предписаний по выбору и применению в определенной последовательности и в определенных существующих или создаваемых условиях методов и средств решения экспертной задачи». Упомянутые в определении предписания могут носить как категорический, т.е. образующий жесткую регламентацию, так и альтернативный характер, позволяющий эксперту в зависимости от сложившихся условий выбирать последовательность или определять состав применяемых приемов, методов и технических средств и соответствующих инструментариев.

Любая экспертная методика вне зависимости от ее вида включает в себя ряд обязательных элементов, образующих ее структуру:

- указание на состав специфических объектов;
- указание на возможности данной методики и ее надежность;
- указания на приемы, методы и средства исследования;
- указание на порядок и последовательность применения приемов, методов и средств;
- предписания, касающиеся условий и процедур применения приемов, методов и средств;
- описание возможных результатов применения приемов, методов и средств и их характеристика.

Методика отражает алгоритм проведения рода или вида экспертизы и специфику стадий данного алгоритма, проявляющуюся в связи с ее предметом и объектами. *«Родовая» (видовая) экспертная методика* отражает перечисленные выше элементы структуры, конкретизированные на уровне рода или вида экспертизы. Этот вид методик отражает в себе алгоритм проведения рода или вида экспертизы и специфику стадий данного алгоритма, проявляющуюся в связи с ее предметом и объектами. *«Типовая» экспертная методика* – более конкретизированный вид методики, представляющий собой результат обобщения практического опыта разрешения типовых экспертных задач в рамках определенных родов и видов экспертиз. Эти два вида методик, отражаются в методических руководствах, пособиях и рекомендациях и несут в себе рекомендательный характер. В случаях, если перед экспертом поставлена *типичная (наиболее часто встречающаяся задача)*, то применяются типовые методики, использование которых в полной мере позволяет эксперту провести квалифицированное, проверенное практикой исследование.

Индивидуальные и коллективные экспертные оценки. Согласно англо-русскому словарю *«expert»* – это специалист. Под экспертом понимают не просто специалиста (например, выпускника вуза), а только такого, кто обладает высокой квалификацией и умеет использовать свою интуицию для решения поставленных перед ним задач, например, для диагностики, прогнозирования, выбора варианта технического или управленческого решения. Ударение в термине *«эксперт»*, как и в словах *«маркетинг»* и *«творог»*, можно ставить как на первый слог, так и на второй. Оба варианта есть нормой. Ударение на первый слог соответствует английскому языку, ударение на второй слог больше подходит для русского языка.

Экспертные оценки бывают индивидуальные и коллективные. Индивидуальные оценки – это оценки одного специалиста. Например, преподаватель единолично ставит на экзамене оценку студенту. Врач ставит диагноз больному и назначает лечение. Инспектор ГИБДД экспертно оценивает соблюдение правил дорожного движения водителем и прописывает лечение – штраф за нарушение правил. Но в сложных случаях, таких как оценка перспектив развития предприятия; представление материалов в су-

дебные организации; сложные заболевания и т. п. возможно обращение к коллективному мнению экспертной комиссии – симпозиуму врачей или комиссии из 16 специалистов. Классический пример коллективной экспертной оценки – решение суда присяжных. По простым делам судья принимает решение единолично; при рассмотрении тяжких преступлений законодательством предусмотрена возможность участия в принятии решений комиссии экспертов – присяжных заседателей. Аналогичная ситуация коллективной экспертизы – в армии. Обычно командующий принимает решение единолично. Но в сложных и ответственных ситуациях проводят военный совет. Один из наиболее известных примеров такого рода – военный совет 1812 г. в Филях, на котором под председательством М.И. Кутузова решался вопрос: «Давать или не давать французам сражение под Москвой?»

Эксперт должен следовать тем или иным правилам, приведенным в нормативной и методической документации по определенному виду экспертной деятельности. Например, при оценке диссертации эксперт должен исходить из нормативных документов Высшей аттестационной комиссии РФ. Мнение эксперта (экспертов) выражено в специальном пакете документов – заключения, где представлены ответы на поставленные перед ним (ними) вопросы.

2.4. Количественные и качественные данные. Ряды распределения и гистограммы

Данные понятия можно представить как оценку данных. Например, заключения экспертов по оценке экономических показателей, или данные экспертизы криминалистических исследований и т. п. *Вот несколько ситуаций.*

Вопрос 1. Ваше мнение о качестве выпускаемой продукции предприятием.

Ответы.

1. Отличная (очень хорошая);
2. Хорошая (в основном реализуется);
3. Удовлетворительная (реализации продукции неполная);
4. Плохая (в основном скапливается на складе предприятия);
5. Совершенно плохая (продукцию никто не покупает – всё на склад).

Вопрос 2. Оценка поручена.

Ответы.

1. Индивидуальному эксперту (ИЭ);
2. Комиссии (КМ).

Вопрос 3. Возраст экспертов.

Ответы.

1. От 25 до 35 лет – молодые специалисты (МС);
2. От 36 до 43 лет – опытные;
3. Смешанный: от 25 до «45 – опыт в сочетании с молодостью» (ОиМ);
4. Только зрелые опытные специалисты (ОС) – более 45 лет.

Вопрос 4. Сколько образцов продукции необходимо для соответствующей экспертизы?

Ответы.

1. Достаточно 2-х экземпляров;
2. Необходимо от 3-х до 6-ти экземпляров;
3. Необходимо от 3-х до 10 экземпляров;
4. Достаточно 1-го экземпляра.

Результаты оценки приведены в табл. 3. Совершенно очевидно, что результаты можно подразделить на две группы: «качественные» и «количественные». К качественным данным отнесены ответы на вопросы 1 и 2, к количественным – ответы на 3 и 4 вопросы.

Таблица 3

Так выглядят результаты оценки

Эксперты или члены комиссии	Ответы на вопрос 1	Ответы на вопрос 2	Ответы на вопрос 3	Ответы на вопрос 4
«А»	Хорошая	(ИЭ)	25 до 35 – (МС)	1
«Б»	Удовлетворительная	(ИЭ)	36...43 – опытные	5
«В»	Плохая	(КМ)	36...43 – опытные	7
«Г»	Хорошая	(ИЭ)	(ОС) – более 45 лет	4
«Д»	Совершенно плохая	(КМ)	25...45 – (ОиМ)	3
«Е»	Хорошая	(КМ)	25 до 35 – (МС)	1
«Ж»	Отличная	(КМ)	25 до 35 – (МС)	2
«З»	Удовлетворительная	(ИЭ)	36...43 – опытные	1
«И»	Удовлетворительная	(КМ)	36...43 – опытные	3

Понятно, что вопрос 1, задаваемым экспертам относится к качественным данным. Однако на практике, например при оценке по бальной системе, такие данные часто рассматриваются как количественные. То есть, могут возникнуть случаи, когда это может выглядеть так.

Ответы:

«Отличная» («очень хорошая») – соответствует баллу «5»;

«Хорошая» («в основном реализуется») – «4»;

«Удовлетворительная» («реализации продукции неполная») – «3»;

«Плохая» («в основном скапливается на складе предприятия») – «2»;

«Совершенно плохая» («продукцию никто не покупает – всё на склад»)

– «1».

Или так. Ответы.

«Отличная» («очень хорошая») – соответствует баллу «2»;

«Хорошая» («в основном реализуется») – «1»;

«Удовлетворительная» («реализации продукции неполная») – «0»;

«Плохая» («в основном скапливается на складе предприятия») – «-1»;

«Совершенно плохая» («никто не покупает – всё на склад») – «-2».

Ясно, что существует теоретические и практические (реальные) представления о действительности. Поэтому, одни и те же данные можно рассматривать как количественные, так и качественные, всё зависит от ситуации, то есть где они используются. Вот пример, данные табл. 4. Посмотрите на таблицу 4 и попытайтесь определить, к каким категориям данных относятся «графы»:

1. Характеристика денежной массы;

2. Денежная масса это;

3. Комфортная температура хранения денег (бумажных купюр), °С;

4. Оптимальная величина денег в «наминале», % от общего капитала.

Ответы. «Характеристика денежной массы» и «денежная масса» – относятся к качественным данным.

«Комфортная температура хранения денег, °С»; «Оптимальная величина количества денег в «наминале», % от общего капитала» – относятся к количественным данным.

Таблица 4

Вопросы экспертам

Мнение специалистов	Характеристика денежной массы	Денежная масса это	Комфортная температура хранения бумажных купюр, °С	Оптимальная величина денег в «наминале», % от общего капитала
«А»	Показатель массы денег	Количественный показатель	15	14,5
«Б»	Скорость оборота денег	Качественный показатель	25	12,5
«В»	Запас денежной массы на 1 руб. ВВП	И качественный и количественный показатель	35	16,9
«Г»	Купюрное строение денег	Нет определения	20	18,8

Выбор варианта. «Результат экспертной оценки», табл. 4. «Отклонение результата от его средней величины – μ ». Первое, что необходимо предпринять, это разбить все «отклонения» на группы по «интервалам отклонений» и принадлежность оценочных данных по «экспертам». У каждого эксперта свой интервал «отклонений» и в каждом «результате» только одно «отклонение». А именно, в каждом «результате» свой интервал отклонений. Каждый результат, у соответствующего «эксперта» только один результат с конкретной величиной «отклонений» – это и есть распределение по группам (табл.5).

Результаты принадлежат «экспертам» в соответствии с «отклонениями» результатов оценки. И каждому «эксперту» принадлежит разное количество «отклонений». Число «результатов» каждого «эксперта» называется «частотой». Теперь можно определить, кому больше всего принадлежат «результаты». У эксперта под номером 3 (табл.2, 5,6) больше всего «результатов» – «4». А относительная частота (ОЧ) принадлежность количества результатов у 3-го эксперта в относительных единицах (или в %) составит 0,33 (или 33,3%).

Таблица 5

Отклонение результатов оценки от средней величины

Результат №	Отклонение от средней величины, %	Результат №	Отклонение от средней величины, %	Результат №	Отклонение от средней величины, %
1	7,9	5	6,9	9	5,7
2	7,4	6	7,2	10	8,9
3	6,9	7	7,6	11	6,7
4	7,3	8	8,0	12	11,5

Таблица 6

Распределение «интервалов отклонения» по группам

Эксперт	Интервал отклонение от средней величины, %	Распределение результатов по экспертам	Среднее значение интервала	Количество результатов (относительная частота)
1	5,7...6,9	1	6,3	0,083
2	7,0...7,5	3	7,25	0,25
3	7,6...8,0	4	7,8	0,33
4	8,1...8,4	3	8,25	0,25
5	8,5...11,5	1	10,0	0,083
Всего		12		1,00

Относительная частота равна доле распределения от всей рассматриваемой совокупности $ОЧ = \frac{\text{Часть совокупности}}{\text{Вся совокупность}}$. Относительная частота результатов по среднему значению их значений оценки 7,6...8,0 (средняя величина 7,8%, эксперт 3) равна 0,333 или 33,3%.

$$ОЧ = \frac{\text{Часть совокупности}}{\text{Вся совокупность}} = \frac{4 \cdot 1}{12} = 0,3333,$$

$$\text{или в процентах} - ОЧ = \frac{4 \cdot 100}{12} = 33,333\%.$$

По горизонтали (по оси X) отложены средние значения «интервала отклонений», по вертикали (по оси Y – распределение результатов по экспертам) – частота (гистограмма 1) или относительная частота (гистограмма 2). Ширина столбца равна величине «интервала отклонений» (средина интервала обозначена средней величиной «отклонений»).

В графической интерпретации это выглядит так (рис. 3).

Гистограмма 1



Гистограмма 2



Рис. 3. Гистограмма частоты распределения результатов

2.5. Вероятность. Вычисление вероятности

Функция распределения плотности вероятности. При обработке результатов любого типа информации очень часто применяется термин «вероятность» чего-либо. «Данная информация маловероятна» или «вероятна». Вероятность события меньше «0,05» (или «0,002», «0,08» ...) Что необходимо знать, чтобы вычислить вероятность события, результатов оценки информации и т. д...? Например результат оценки экспертами экономического состояния предприятий металлургической промышленности. Удалось оценить 575 предприятия со средним «положительным» результатом (стабильного функционирования) – 53. При этом стандартное отклонение равно 10 (рис.4).

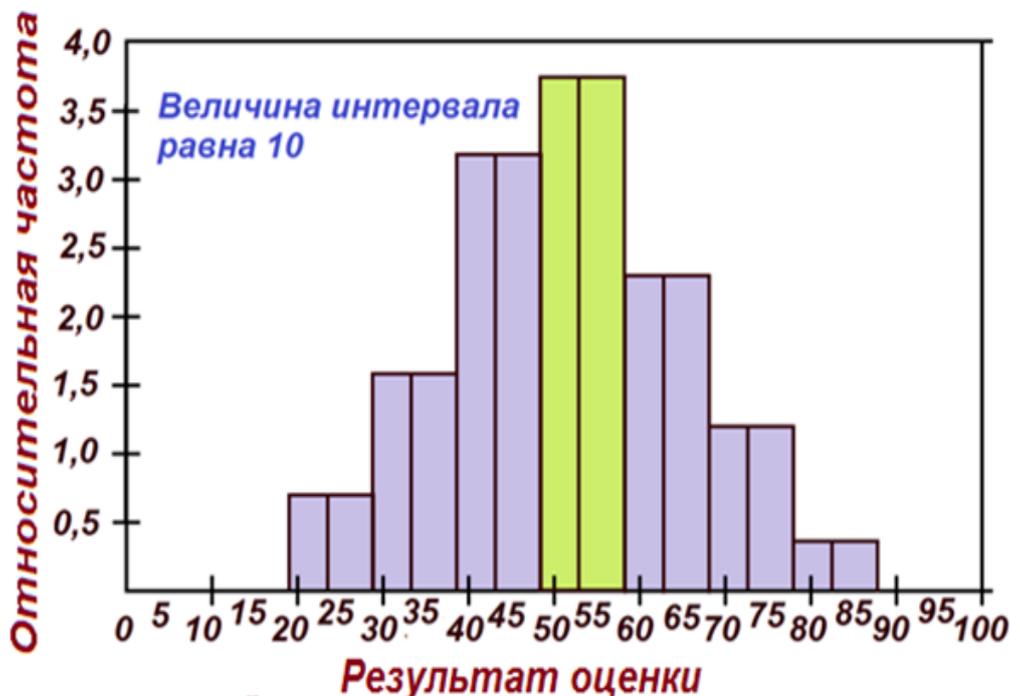


Рис. 4. Гистограмма «результатов оценки»

Известно, что статистикой называют правила вычислений, полученные на основе «функциональных значений». Математической основой теории статистических положений и выводов является теория вероятностей. Величина y – является случайной переменной при эксперименте (наблюдении за изучаемым явлением), например, результат оценки экспертами экономического состояния предприятий металлургической промышленности. Как сказано выше, случайные переменные могут быть дискретными или непрерывными. Т.е., если множество значений случайной переменной y – конечно или бесконечно, но счётно (т. е. можно всегда определить, сколько было результатов оценки), то случайная переменная дискретна и её вероятностная структура описывается распределением вероятностей $p(y)$. А

если множество всех возможных значений y заполняет собой интервал (или несколько интервалов), то случайная переменная непрерывна и её вероятностная структура характеризуется плотностью распределения вероятностей $f(y)$. В этом случае, *среднее μ* случайной величины есть *мера положения центра* её распределения на числовой оси. Математически среднее определяется как

$$\mu = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} f(y) dy & y - \text{непрерывна} \\ \sum_{\text{всему } y} yp(y) & y - \text{дискретна} \end{cases}$$

Среднюю величину μ можно также выразить и в терминах математического ожидания или результата усреднения по достаточно большому интервалу значений переменной y

$$\mu = E(y) = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} f(y) dy & y - \text{непрерывна} \\ \sum_{\text{всему } y} yp(y) & y - \text{дискретна} \end{cases}$$

где E – оператор математического ожидания.

Широта (диапазон) распределения вероятностей или рассеивание случайной величины может характеризоваться *дисперсией (раздробленностью)*, которая определяется как

$$\sigma^2 = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} (y - \mu)^2 f(y) dy, & y - \text{непрерывна,} \\ \sum_{\text{по всему } y} (y - \mu)^2 p(y), & y - \text{дискретна} \end{cases}$$

Дисперсия может быть выражена и через математическое ожидание

$$\sigma^2 = E[(y - \mu)^2],$$

где μ – середина случайной величины.

Понятие дисперсии (раздробленности) используется широко и поэтому удобно ввести оператор дисперсии $V(y)$

$$\sigma^2 = E[(y - \mu)^2] = V(y).$$

Операторы математического ожидания и дисперсии применяются очень часто, и поэтому может оказаться полезной сводка элементарных свойств этих операторов (табл. 7).

Выборки и выборочные распределения. Целью теории статистических

выводов является вывод о некоторой совокупности, используя выборку из неё. Т. е. выборка основана на том, что необходимо предположить при использовании случайных величин. Если вся наблюдаемая (исследуемая) совокупность состоит из N - элементов, а берётся выборка из n -элементов, то каждая из $\frac{N!}{(N-n)!n!}$ возможных выборок может быть изменена с равной вероятностью. Такая процедура называется взятием случайной выборки.

Таблица 7

Операторы математического ожидания и дисперсии

Наименование оператора	Математическое выражения оператора	Примечание
1. Оператор математического ожидания постоянной величины	$E(c) = c$ (Const – константа)	c – постоянная величина y – случайная переменная σ^2 – дисперсия математического ожидания
2. Оператор математического ожидания средней случайной величины	$E(y) = \mu$	
3. Оператор математического ожидания множества постоянной и средней случайной величины	$E(cy) = cE(y) = c\mu$	
4. Оператор дисперсии постоянной величины	$V(c) = 0$	
5. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной	$\sigma^2 = V(y)$	
6. Оператор дисперсии математического ожидания случайной и постоянной величины	$V(cy) = c^2V(y) = c^2\sigma^2$	
7. Оператор математического ожидания множества средних случайных переменных	$E(y_1 + y_2) = E(y_1) + E(y_2) = \mu_1 + \mu_2$	y_1 – случайная величина 1 (один); y_2 – случайная величина 2 (два). Переменные y_1 и y_2 – есть мера независимости, т.е. если y_1 и y_2 – независимые переменные, то $Cov(y_1, y_2) = 0$. Из условия $Cov(y_1, y_2) = 0$ не следует независимость. Если y_1 – случайная величина 1 ; y_2 – случайная величина 2 независимы
7.1. Оператор математического ожидания средней случайной величины y_1	$E(y_1) = \mu_1$	
7.2. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной y_1	$\sigma_1^2 = V(y_1)$	
7.3. Оператор математического ожидания средней случайной величины y_2	$E(y_2) = \mu_2$	
7.4. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной y_2	$\sigma_2^2 = V(y_2)$	

Наименование оператора	Математическое выражения оператора	Примечание
8. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной y_1 и y_2	$V(y_1 + y_2) = V(y_1) + V(y_2) + 2C_{ov}(y_1, y_2)$	
8.1. Ковариация случайных переменных y_1 и y_2	$C_{ov}(y_1, y_2) = E[(y_1 - \mu_1) * (y_2 - \mu_2)]$	
9. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной y_1 и y_2	$V(y_1 - y_2) = V(y_1) + V(y_2) - 2C_{ov}(y_1, y_2)$	
10. Оператор дисперсии математического ожидания случайной переменной при условии, что y_1 и y_2 независимы	$V(y_1 \mp y_2) = V(y_1) + V(y_2) = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$	
11. Оператор математического ожидания средней случайной величины y_1 и средней случайной величины y_2	$E(y_1 \text{ и } y_2) = E(y_1)E(y_2) = \mu_1\mu_2$	Независимы переменные или нет y_1 – случайная величина 1 и y_2 – случайная величина 2
12. В общем случае оператор математического ожидания средней случайной величины y_1 и y_2	$E \frac{y_1}{y_2} \neq \frac{E(y_1)}{E(y_2)}$	

На практике «получения случайных выборок» встречаются трудности, и при этом могут быть полезны таблицы случайных чисел. Форма записи $\frac{N!}{(N-n)!n!}$ осуществлена через факториал. «Факториалом» в математике называют произведение всех натуральных чисел, включая указанное число. Обозначается факториал восклицательным знаком после числа, например: $4! = 1*2*3*4 = 24$. В общем виде формулу для нахождения факториала можно записать так: $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (n-2) \cdot (n-1) \cdot n$. Необходимо иметь виду, что факториал определён только для натуральных чисел и нуля. Факториал нуля и единицы это «1»: $0! = 1$; $1! = 1$. Термин «факториал» ввел в 1800 году французский математик Аргобаст Луи Франсуа Антуан. Обозначение $n!$ придумал чуть позже немецкий математик Кристиан Крамп в 1808 году.

Ряды распределения и величина интервала

Пример 1. В области обеспечения безопасности. «Управление риском» – способ повышения экономической безопасности, как основной задачи теории и практики деятельности предприятий. Здесь необходимо решить следующие задачи: снизить или полностью исключить экономические правонарушения и споры и так управлять этой ситуацией, чтобы наилучшим

образом удовлетворялись потребности в социальном, техническом и технологическом плане при минимуме экономических затрат.

Пример 2. В области «Управление и эксплуатация производственными объектами: водные объекты, лесные массивы, посевные площади, деятельность банков и т. д.». Здесь необходимо получить максимальную прибыль при реализации производимой продукции, с приемлемыми затратами на сохранение и восстановление соответствующих ресурсов.

Примеры иллюстрируют задачи поиска оптимальных условий («экстремальные задачи»). В теории эксперимента для них разработаны так называемые «факторные планы». При этом неясно: все или только часть названных факторов влияют на параметр оптимизации? Зависит ли влияние факторов от величин других факторов или имеются взаимодействия между факторами и т. п. Следует ли исследовать влияние всех факторов или разумно их уменьшить? Задача имеет единственное решение или заданным значениям могут соответствовать несколько сочетаний факторов. Перечисленные условия относятся к исследованиям по выявлению механизма явлений. Во всех перечисленных случаях видно, что усложнение задач происходит с ростом числа факторов и параметров, особенно при наличии разброса экспериментальных данных (отчётных показателей – наблюдений). Приходится иметь дело с математическим описанием процессов в форме одного или нескольких уровней связи параметров Y_i с факторами X_i . Поэтому наиболее эффективным и доступным методом математического описания процессов является статистическое планирование эксперимента.

Это понятие включает:

- рассмотрение исследуемых процессов с позиции их статистического, вероятностного характера;
- применение статистических методов для анализа ранее полученной информации о некотором процессе;
- применение статистических методов при планировании собственных наблюдений (опытов);
- применение математической статистики для анализа опытных данных и получения математического описания полученных результатов;
- применение статистических методов для проверки и уточнения моделей, описывающих механизм изучаемых явлений.

Для более полного усвоения понятий «ряды распределения» и «гистограмма» необходимо ещё раз проанализировать характеристику «Результатов экспертной оценки», табл. 4...6. Интервал «отклонений» результатов оценки равен: у 1-го эксперта – 1,2; 2-го – 0,5; 3-го – 0,4; 4-го – 0,3; 5-го – 3,0. Эта величина, конечно, не является стандартом, так представили те, кто анализируют данные. В этом случае уместно утверждение: «ряды распределений, построенные на основе субъективных решений неубедитель-

ны и математического способа определения интервала нет. Нет, есть.

Вот алгоритм решения по шагам

Шаг 1. Количество интервалов (КИ) определяется по формуле Стерджесса:

$$\text{КИ} = 1 + \frac{\lg N}{\lg 2} = 1 + \frac{\lg 12}{\lg 2} = 1 + 3,584962 = 4,58496 \approx 5,0,$$

где N – количество значений в совокупности; 2 – число значений в рассматриваемом интервале.

Шаг 2. Величина интервала (ВИ) определяется по соотношению

$$\text{ВИ} = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{\text{КИ}} = \frac{11,5 - 5,7}{5} = 1,16 \approx 1,0,$$

Max – максимальное значение в совокупности,

Min – минимальное значение в совокупности.

Результаты расчётов по определению количества интервалов (КИ) и величины интервалов (ВИ) приведены в табл. 8. Не исключено, что данные приведённые в таблице покажутся менее привлекательными.

Таблица 8

Распределение результатов оценки экспертов (данные расчёта)

Расчёт интервала отклонений от средней величины	Середина интервала	Распределение результатов по экспертам (реальная частота)	Распределение результатов по экспертам (относительная частота)
5,7+1,16=6,86	3,430	1	0,0833
6,86+1,16=8,03	4,015	3	0,25
8,03+1,16=9,19	4,595	4	0,333
9,19+1,16=10,35	5,175	3	0,25
10,35+1,16=11,51	5,755	1	0,0833
Итого		12	1,00

При этом возможно, возникнуть такие вопросы: «Почему величина интервала равна именно $\text{ВИ}=1,0\dots 1,16$?». «Что эта за формула *Стерджесса*? И почему интервалы распределены таким непонятным образом»?! Кроме того, считать, определять и т. д. – всегда дополнительные хлопоты. Случаи, когда распределение непонятно, даже если величина интервала определена математическим способом, встречаются часто. Здесь уместно вспомнить то, о чём шла речь при освоении понятия «ряды распределения изучения». Следовательно, вполне достаточно выбрать такую величину

интервала, которая будет понятна тем, кто проводит статистический анализ.

Теория оценивания и описательный метод. Итак, рассматривая основные понятия в теоретическом представлении «ошибок» (погрешностей) как раздела *математической статистики*, можно предположить, что это изучение большой совокупности однородных объектов на основании их выборочного исследования. Но это не совсем так, так как при статистической оценке в данном случае необходимо выделять два раздела: теорию оценивания и описательную статистику. В предыдущих разделах речь шла о теории оценивания.

Тогда что же такое описательный метод? Описательная статистическая оценка результатов это набор методов по упорядочиванию данных с целью наиболее простого и ясного восприятия этих данных. Можно считать, что описательная оценка статистических данных рассматривает выборку как генеральную совокупность, вот пример. В рассматриваемых выше случаях (табл. 5), результат представления экспертных оценок 18 экспертов, например предприятия «А» и стандартное отклонение есть показатели, чтобы представить положение в эксперта в наглядном виде. Именно такое представление результатов оценки и есть описательная.

Нормальное распределение. Аналитически нормальное распределение можно записать так

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \text{Стандартное отклонение}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\text{Стандартное отклонение}} \right)^2},$$

где \bar{x} – средняя величина показателей x_i (средняя ряда), символ « e » – математическая константа (основание натурального логарифма – число Эйлера или Непера, « e » = 2,7182).

График функции распределения вероятности имеет следующие свойства.

1. Кривая симметрична относительно центра распределения, который находится в точке, соответствующей среднему значению.

2. Функция зависит от среднего значения и от стандартного отклонения. Несколько видов функций приведены на рис. 5.

Наблюдения. При экспертной оценке статистических наблюдений определяются как любая функция от множества результатов, не содержащих неизвестные параметры. Например, $y_1, y_2, y_3, y_3 \dots y_n$, представляют собой выборку некоторых оценочных показателей.

Тогда выборочное среднее будет определено так $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$, а выборочная дисперсия $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ или выборочное стандартное (среднеквадратичное) отклонение

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

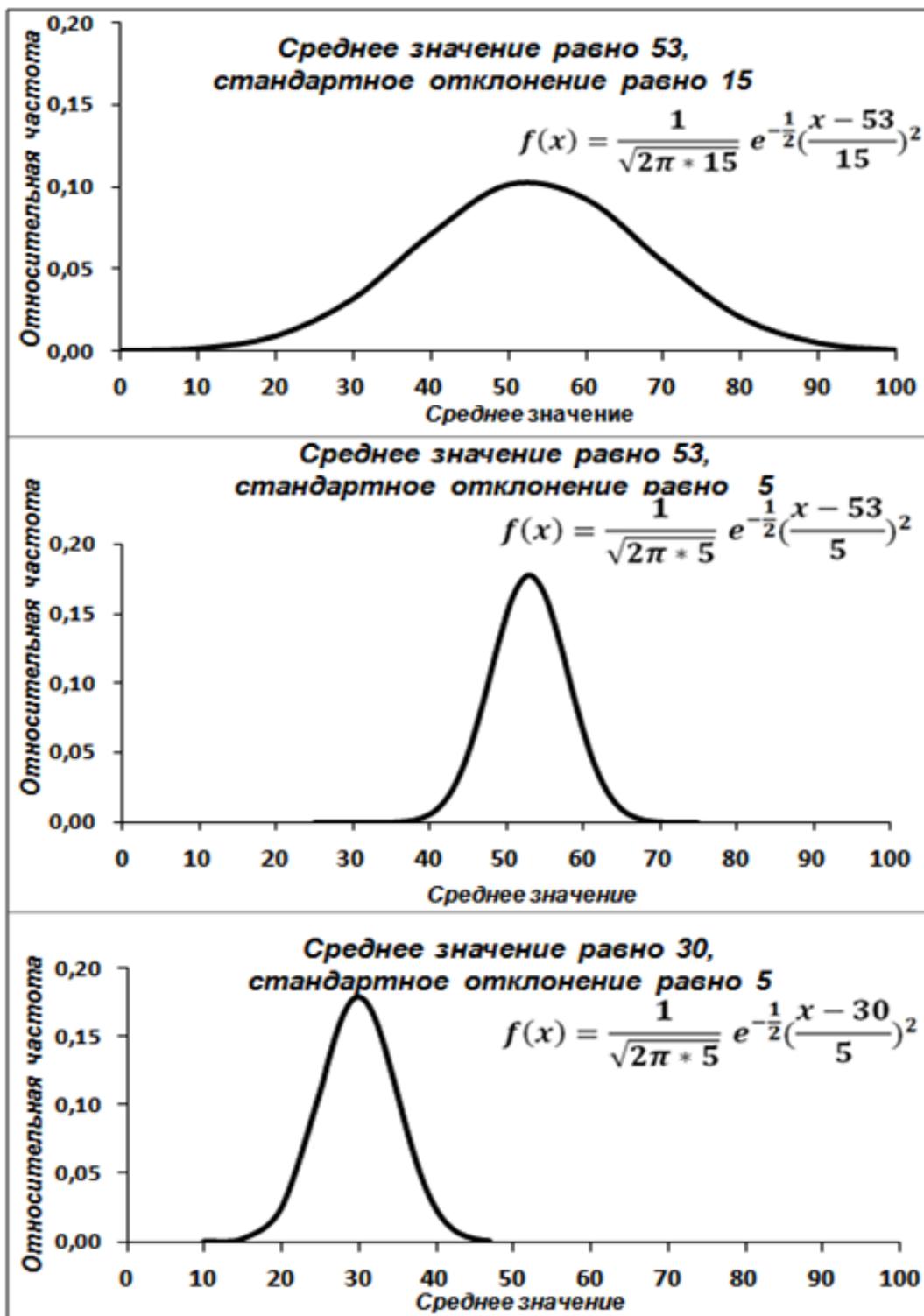


Рис. 5. Виды функций распределения вероятности

Выборочное среднее и выборочная дисперсия и будут являться «*статистиками*» при оценке экспертных результатов. Эти величины соот-

ветственно и будут *характеризовать* положение *центра и рассеивание выборки (дисперсию)*. Правило, согласно которому распределение величины x , при определённых значениях средней ряда (или среднего значения \bar{x}) и стандартного отклонения называют нормальным распределением, если плотность распределения вероятностей выражается формулой

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * \text{Стандартное отклонение}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\text{Стандартное отклонение}} \right)^2}.$$

Часто оказывается возможным найти *распределение вероятностей данной статистики, если известно распределение для совокупности*, из которой была взята выборка. Распределение вероятностей *статистики* называется *выборочным распределением*. Одним из наиболее важных выборочных распределений является *нормальное распределение*. Если y – нормальная случайная величина, то её плотность распределения вероятностей имеет вид

$$f(y) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{y - \mu}{\sigma} \right]^2}, \quad (-\infty < \mu < \infty)$$

$$\text{или } f(y) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{y - \mu}{2\sigma} \right]^2}, \quad (-\infty < \mu < \infty),$$

где $(-\infty < \mu < \infty)$ – среднее и $\sigma^2 > 0$ – дисперсия. Кривая нормального распределения приведена на рис. 6.

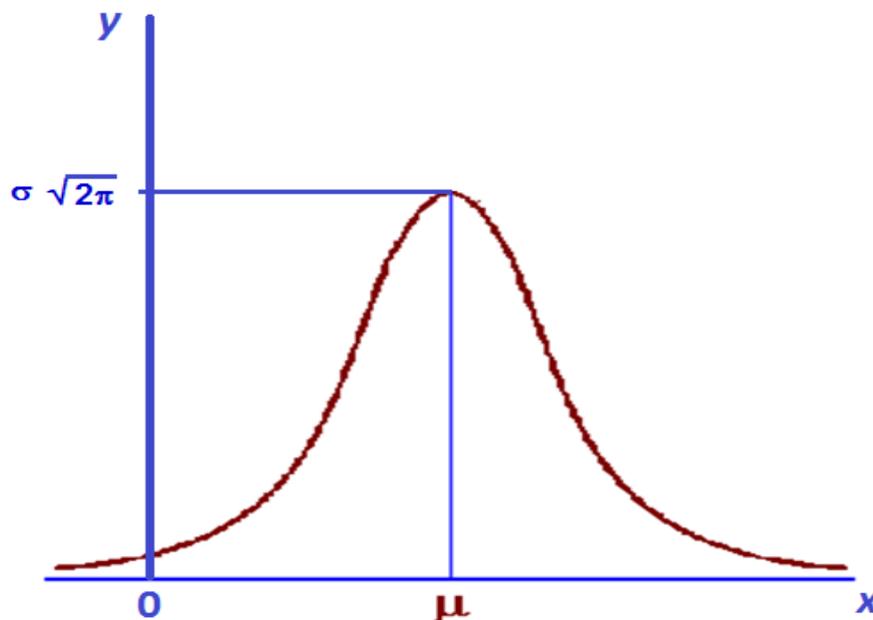


Рис. 6. Кривая нормального распределения

Функция Лапласа. Нормальное распределение называют Лапласовским распределением.

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt.$$

Функцию Лапласа называют «*функцией ошибок*» с обозначением $erf(x)$ (ограниченное применение). Другой вид функции носит название «*Нормированная функция Лапласа*»

$$\bar{\Phi}(x) = \frac{1}{\sqrt{1\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Оба этих выражения связаны между собой следующими соотношениями

$$\bar{\Phi}(x) = \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) \text{ или } \bar{\Phi}\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) = \frac{1}{2} \Phi(x).$$

Для того чтобы определить попадание некоторых случайных величин подчинённых закону случайного распределения на участок числовой оси от a до b – участок (a, b) используется функция Лапласа в следующей интерпретации

$$P(a < x < b) = \frac{1}{2} \left[\left(\Phi \frac{b-\mu}{\sigma\sqrt{2}} \right) - \left(\Phi \frac{a-\mu}{\sigma\sqrt{2}} \right) \right].$$

На практике часто используется сокращённое обозначение $y \cong N(\mu, \sigma^2)$ т. е. переменная y распределена по нормальному закону со средним μ и дисперсией σ^2 . Частным случаем *нормального распределения* является *стандартизованное нормальное распределение*, а именно при $\mu=0$ и $\sigma^2 = 1$.

В таблице 9. Приведена кумулятивная функция стандартизованного нормального распределения

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

Таблица 9

Кумулятивная функция стандартизованного нормального распределения

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,50000	0,50399	0,50799	0,51197	0,51595	0,51994	0,52392	0,52790	0,51388	0,53586
0,1	0,53983	0,54979	0,54776	0,55172	0,55567	0,55962	0,56356	0,56749	0,57142	0,57534
0,2	0,57926	0,58317	0,58706	0,59095	0,59483	0,59871	0,60257	0,60642	0,61026	0,61409
0,3	0,61791	0,62172	0,62551	0,62930	0,63307	0,63683	0,64058	0,64431	0,64803	0,65173
0,4	0,65542	0,65910	0,66276	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68438	0,68793
0,5	0,69146	0,69497	0,69847	0,70194	0,70540	0,70884	0,71226	0,71566	0,71904	0,72240
0,6	0,72575	0,72907	0,73237	0,73565	0,73891	0,74215	0,74537	0,74857	0,75175	0,75490
0,7	0,75803	0,76115	0,76424	0,76730	0,77035	0,77337	0,77637	0,77935	0,78230	0,78523
0,8	0,78814	0,79135	0,79389	0,79673	0,79954	0,80234	0,80510	0,80785	0,81057	0,81327

Окончание табл. 9

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,9	0,78814	0,79103	0,82121	0,82381	0,82639	0,82894	0,83147	0,83397	0,83646	0,83891
1,0	0,84134	0,84375	0,84613	0,84849	0,85083	0,85314	0,85543	0,85769	0,85993	0,86214
1,1	0,86433	0,86650	0,86864	0,87076	0,87285	0,87493	0,87697	0,87900	0,88100	0,88297
1,2	0,88493	0,88686	0,88877	0,89065	0,89251	0,89435	0,89616	0,89796	0,89973	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91308	0,91465	0,91621	0,91773
1,4	0,91924	0,92073	0,92219	0,92364	0,92506	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94295	0,94408
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95352	0,95448
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327
1,8	0,96407	0,96485	0,96562	0,96637	0,96711	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97882	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574
2,2	0,98610	0,98645	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98890
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,99010	0,99036	0,99061	0,99086	0,99111	0,99134	0,99158
2,4	0,99180	0,99202	0,99224	0,99245	0,99266	0,99286	0,99305	0,99324	0,99343	0,99361
2,5	0,99379	0,99396	0,99413	0,99430	0,99446	0,99461	0,99477	0,99492	0,99506	0,99520
2,6	0,99534	0,99547	0,99560	0,99573	0,99585	0,99598	0,99609	0,99621	0,99632	0,99643
2,7	0,99653	0,99664	0,99674	0,99683	0,99693	0,99702	0,99711	0,99720	0,99728	0,99736
2,8	0,99744	0,99752	0,99760	0,99767	0,99774	0,99781	0,99788	0,99795	0,99701	0,99807
2,9	0,99813	0,99819	0,99825	0,99831	0,99836	0,99841	0,99846	0,99851	0,99856	0,99861
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99897	0,99900
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99924
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99939	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976
3,5	0,99977	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983	0,99984
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99897	0,99900
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99924
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99939	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976
3,5	0,99977	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983	0,99984
3,6	0,99984	0,99985	0,99985	0,99986	0,99986	0,99987	0,99987	0,99988	0,99988	0,99989
3,7	0,99989	0,99990	0,99990	0,99990	0,99991	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992
3,8	0,99993	0,99993	0,99993	0,99994	0,99994	0,99994	0,99995	0,99995	0,99995	0,99995
3,9	0,99995	0,99995	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99997	0,99997

Вычисления и оценка выборки по критерию Смирнова-Грabbса. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Группа Т80³ – оценка однородности оцениваемых результатов (данные отчётов).

Термины.

1. *Неисправленный результат измерений величины.* Результат измерений величины, полученный до введения в него поправки в целях устранения систематических погрешностей.

2. *Исправленный результат измерений величины.* Результат измерений величины, полученный после введения поправки в целях устранения систематических погрешностей в неисправленный результат измерений величины.

3. *Неисправленная оценка измеряемой величины.* Среднее арифметическое значение результатов измерений величины до введения в них поправки в целях устранения систематических погрешностей.

4. *Исправленная оценка измеряемой величины.* Среднее арифметическое значение результатов измерений величины после введения поправки в целях устранения систематических погрешностей в неисправленную оценку измеряемой.

5. *Группа результатов измерений величин.* Несколько результатов измерений (не менее трёх-четырёх-пяти), полученных при измерениях одной и той же величины, выполненных с одинаковой тщательностью, одним и тем же средством измерений, одним и тем же методом и одним и тем же оператором.

6. *Погрешность измерения.* Разность между результатом измерения величины и действительным (опорным) значением величины.

7. *Случайные погрешности (ошибки) измерения.* Составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью (ИЛИ НЕБРЕЖНОСТЬЮ).

8. *Систематическая погрешность измерения.* Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно получающаяся при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью (или небрежностью).

9. *Систематическая погрешность измерения.* Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся

³ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Группа Т80. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Национальный стандарт Российской Федерации.

Государственная система обеспечения единства измерений измерения прямые многократные.

Методы обработки результатов измерений. Основные положения. State system for ensuring the uniformity of measurements. Multiple direct measurements. Methods of measurement results processing. Main principles. Дата введения 2013-01-01

при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью.

10. *Не исключенная систематическая погрешность измерения.* Составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью оценивания систематической погрешности, на которую введена поправка, или систематической погрешностью, на которую поправка не введена.

11. *Грубая погрешность измерения.* Погрешность измерения, существенно превышающая зависящие от объективных условий измерений значения систематической и случайной погрешностей.

Пример вычислений и оценки выборки по критерию Смирнова-Граббса. Произвести оценку однородности результатов отчётных данных по показателям:

X-ОА-НВ и ОП- по max ОА, тыс.руб. (см. табл. 1) при доверительной вероятности $\alpha - 1 = 0,95$.

1. Исходные данные выборки 1 – «без Выбросов» – X-ОА, тыс. руб. – НВ: (данные по всей выборке). Вычисления по критерию Граббса – без устранения погрешности «грубой ошибки».

Вариационный ряд в порядке увеличения будет иметь вид:

3050000,00 ≤ 3450000,00 ≤ 3580000,00 ≤ 3600000,00 ≤ 3700000,00 ≤ 3900000,00 ≤ 3910000,00 ≤ 3915000,00 ≤ 3935000,00 ≤ 3950000,00 ≤ 3990000,00 ≤ 4000000,00 ≤ 4050000,00 ≤ 4060000,00 ≤ 4100000,00 ≤ 4105000,00 ≤ 4145000,00 ≤ 4150000,00 ≤ 4160000,00 ≤ 4200000,00 ≤ 4200000,00 ≤ 4200000,00 ≤ 4250000,00 ≤ 4300000,00 ≤ 4450000,00 ≤ 4650000,00.

Количество наблюдений $n_{1-1} = 26$; средняя величина наблюдений составит $\mu_1 = 4000000$ тыс. руб.

2. Максимальное относительное отклонение OO_{max} равно

$$OO_{max} = \frac{x_{i\max} - \bar{x}}{S_n} = \frac{4650000 - 4000000}{326024,539},$$

где – $x_{i\max}$ максимальное значение вариационного ряда; \bar{x} – среднее значение выборки (вариационного ряда); S_n – выборочное среднее квадратичное отклонение (СКО) $S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i^n ((x_i - \bar{x})^2)}$; n – количество всех наблюдений.

3. Расчёт и анализ величин отчётных данных (статистики) с учётом уточняющего множителя по T-критерию.

Минимальное значение T_1 вариационного ряда T-статистики будет равно

НО

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x_{1\min}}{\sqrt{S^2}} = \frac{4000000,00 - 3050000,00}{\sqrt{326024,539^2}} = 2,91389$$

Анализируемые данные выборки X-ОА-НВ не содержит грубых погрешностей («ошибок»), если будет выполнено условие $T_i \leq C_{\alpha(\text{табл})}$ при $i=1...n$ (табл. 10). При существующих условиях величина $T_1 =$

$2,91389 \geq 2,7940$, что соответствует условию Граббса, когда данные отчёта за анализируемый период «содержат грубые погрешности («ошибки»).

Таблица 10

Критические значения критерия Граббса

Число наблюдений	Доверительная вероятность при $\alpha - 1$			
	0,9	0,95	0,975	0,99
3	1,4060	1,4120	1,4140	1,4140
4	1,6450	1,6890	1,7100	1,7230
5	1,7910	1,8690	1,9170	1,9550
6	1,8940	1,9960	2,0670	2,1300
7	1,9470	2,0930	2,1820	2,2650
8	2,0410	2,1720	2,2730	2,3740
9	2,0970	2,2380	2,3490	2,4640
10	2,1460	2,2940	2,4140	2,5400
11	2,1900	2,3430	2,4700	2,6060
12	2,2290	2,4890	2,5190	2,6630
13	2,2640	2,5360	2,5630	2,7130
14	2,2970	2,5891	2,6020	2,7590
16	2,3540	2,6930	2,6700	2,8370
18	2,4040	2,7070	2,7280	2,9030
20	2,4470	2,7230	2,7790	2,9590
22	2,4860	2,7640	2,8230	3,0080
24	2,5210	2,7810	2,8620	3,0510
26	2,5530	2,7940	2,8970	3,0890
28	2,5820	2,8040	2,9290	3,1240
30	2,6090	2,8820	2,9580	3,1560
n	0,9	0,95	0,975	0,99
35	2,6680	2,8930	3,0220	3,2240
40	2,7180	2,9040	3,0750	3,2810
45	2,7620	2,9480	3,1200	3,3290
50	2,8000	2,9870	3,1600	3,3700

Анализ на наличие грубых погрешностей максимального значения вариационного ряда, определяемого по выражению $T_{n(max)} = \frac{x_{n(max)} - \bar{x}}{\sqrt{S^2}}$ показал, что $T_{n(max)} = 1,9937 < C_{\alpha=0,05} = 2,7940$.

$$T_{n(max)} = \frac{4650000 - 4000000}{\sqrt{326024,539^2}} = 1,9937.$$

По критерию Граббса (см. табл. 10) данные отчёта, за анализируемый период не содержат грубых погрешностей («ошибок»). Расчёт и анализ отчётных данных (статистики) с учётом уточняющего множителя по $G_{1(min)}$ -критерию для минимального $X_{1(min)}$ значения ряда. Расчёт критерия производится по формуле

$$G_{1 min} = \frac{\sum_{i=2}^n (x_i - \hat{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

где \hat{x} – средняя величина отчётных данных без минимального значения вариационного ряда

$$\hat{x}_{n(без min)} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i = 4022000,00.$$

Анализ на наличие грубых погрешностей минимального значения вариационного ряда, определяемого по выражению $G_{1(min)} = \frac{\sum_{i=2}^n (x_i - \hat{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ показал, что $G_{1 min} = 0,93902 > 0,764$ (см. табл. 11). Полученный результат указывает на то, что по условию Смирнова-Граббса – $G_{imin} \leq C'_{\alpha=0,05}$ (вариант содержания грубых «ошибок») вариационный ряд не содержит грубых погрешностей («ошибок»).

Таблица 11

Критерий значимости C_{α} при использовании показателей оценки $G_{1(min)}$ и $G_{n(max)}$

Число наблюдений	Доверительная вероятность α						
	0,100	0,050	0,025	n	0,100	0,050	0,025
n	0,100	0,050	0,025	n	0,100	0,050	0,025
1				14	0,5942	0,534	0,4792
2				15	0,6134	0,5559	0,503
3	0,019	0,0027	0,007	16	0,6306	0,5755	0,5246

Число наблюдений	Доверительная вероятность α						
	0,100	0,050	0,025	n	0,100	0,050	0,025
n	0,100	0,050	0,025	n	0,100	0,050	0,025
4	0,0975	0,0494	0,00248	17	0,6461	0,593	0,5142
5	0,1984	0,127	0,00808	18	0,6601	0,6095	0,5621
6	0,2826	0,2032	0,01453	19	0,673	0,6243	0,5785
7	0,3503	0,2696	0,02066	20	0,6848	0,6379	0,5937
8	0,405	0,3261	0,06616	21	0,6958	0,6504	0,6076
9	0,4502	0,3742	0,03101	22	0,7058	0,6621	0,6206
10	0,4881	0,4154	0,3526	23	0,7151	0,6728	0,6237
11	0,5204	0,4511	0,3901	24	0,7238	0,6829	0,6439
12	0,5483	0,4822	0,4232	25	0,7319	0,6923	0,6544
13	0,5727	0,5097	0,4528	26	0,7419	0,7643	0,6634

4. *Расчёт и анализ величин отчётных данных (статистики) с учётом уточняющего множителя по $G_{n(max)}$ – критерию для минимального $x_{n(max)}$ значения ряда.* Расчёт критерия производится по формуле $G_{n\ max} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \check{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, где \check{x} – средняя величина отчётных данных без максимального значения вариационного ряда

$$\check{x}_{n(\text{без max})} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} x_i = 3974000,00.$$

Анализ на наличие грубых погрешностей *минимального значения* вариационного ряда, определяемого по выражению $G_{n\ max} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \check{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ показал, что $G_{n\ max} = 0,90919 > 0,764$ (см. табл. 20). Полученный результат указывает на то, что по условию Смирнова-Граббса – $G_{imax} \leq C'_{\alpha=0,05}$ (вариант содержания грубых «ошибок») вариационный ряд не содержит *грубых погрешностей* («ошибок»).

Изучение функциональных зависимостей. По мнению многих исследователей

дователей (аналитика, эксперта и т. п.), изучаемые процессы Y_i зависят от n независимых переменных (факторов) – $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: $Y_i = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$. Так как вид функции отклика исследователю не известен, то функция может быть обозначена полиномом – отрезком ряда Тейлора⁴, в котором представлена неизвестная функция отклика

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1; i < j}^n \beta_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i,j=1; i < j}^n \beta_{i,i} \cdot x_i^2 + \dots$$

где $\beta_i = \frac{\partial y}{\partial x_i} I_{\bar{x}=0}$, $\beta_{i,j} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_i \partial x_j} I_{\bar{x}=0}$, $\beta_{i,i} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_i^2} I_{\bar{x}=0}$ – неизвестные коэффициенты.

Измеряемые (наблюдаемые) результаты, как средняя величина \bar{y} параллельных наблюдений (опытов) – являются случайными величинами Y от выборки n -наблюдений (параллельных опытов). Соответственно определяемые расчётом коэффициенты $b_0, b_i, b_{i,j}, \dots$ также являются случайными величинами – оценками параметров $\beta_0, \beta_i, \beta_{i,j}, \dots$ и расчётная величина функции отклика будет иметь вид

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1; i < j}^n b_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i,j=1; i < j}^n b_{i,i} \cdot x_i^2 + \dots$$

Данное уравнение оценивается методами регрессионного анализа, где должно быть показано, что «наилучшие оценки» параметров $b_0, b_i, b_{i,j}$, обеспечивает метод наименьших квадратов.

⁴Taylor, Brook, Methodus Incrementorum Directa et Inversa [Direct and Reverse Methods of Incrementation] (London, 1715), pages 21-23 (Proposition VII, Theorem 3, Corollary 2). Translated into English in D. J. Struik, A Source Book in Mathematics 1200—1800 (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1969), pages 329—332.

Ряд Тейлора – разложение функции в бесконечную сумму степенных функций. Ряд Тейлора был известен задолго до публикаций Тейлора – его использовали ещё в XVII веке Грегори, а также Ньютон. Ряды Тейлора применяются при аппроксимации функции многочленами. В частности, линеаризация уравнений происходит путём разложения в ряд Тейлора и отсечения всех членов выше первого порядка.



Тейлор Брук (1685-1731), английский математик.

Тейлора метод - метод, который позволяет разложить заданную функцию в степенный ряд. Формула, задающая это разложение, называется **формулой Тейлора**, а этот степенный ряд - **рядом Тейлора**.

Термин «наилучшие оценки» параметров b_0, b_i, b_{ij}, \dots означает: «*несмещённость*» оценки, а именно b_i – несмещённые, если их математические ожидания равны истинным значениям параметров; «*состоятельность*» – оценка b_i состоятельна, если она сходится по вертикали к истинным значениям параметров.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P[|b_i - \beta_i| \geq \varepsilon], \varepsilon > 0.$$

«Эффективность»: несмещаемая оценка b_i , «если дисперсная матрица оценок параметров» меньше или равна «дисперсионной матрице» любых других оценок параметров.

Для построения модели регрессии производится пассивный факторный эксперимент⁵ – исследователь не вмешивается в процесс, а только фиксирует (записывает) значения всех переменных X_i и соответствующие им Y_i (возможны наблюдения в соответствии с заранее составленным планом – «матрицей планирования неактивного эксперимента»).

Краткий конспект метода наименьших квадратов. Определён отклик (например, собраны отчётные данные Арбитражных судов) – Y_i в 1, 2, 3, ... и ... N точках факторного пространства (X_i), $i=1,2,3, \dots, n$. Натуральные значения координат X_i для дальнейших расчётов заменяются координатами значениями X_i нулевой размерности (безразмерная величина):

- *верхний уровень* ($\max x_i$) $\rightarrow X_i = +1$,
- *нижний уровень* ($\min x_i$) $\rightarrow X_i = -1$,
- *основной уровень* $\frac{\max x_i + \min x_i}{2} \rightarrow x_i = 0$.

Планы первого и второго порядков. Полный факторный эксперимент типа 2^n . Ортогональное и рототабельное центральное композиционное планирование второго порядка. Рассматриваемые планы являются симметричными относительно центра «эксперимента» и ортогональными (симметричными) или рототабельными (добавление некоторого числа опытов в центре), т. е. факторы варьируются на двух уровнях (+1 и -1), где выполняется условие нормировки. Вид матрицы условий и результатов факторного эксперимента представлена в табл. 12. «Фиктивная» переменная $x_0 = +1$ введена в таблицу для единообразия записи последующих вычислений. Часть этой таблицы (координаты X_i всех N опытов) называют матрицей планирования. А полученная по данным табл. 12, модель имеет вид однородного линейного уравнения

⁵В активном факторном эксперименте исследователь работает одновременно со всеми переменными x_i , задавая их значения в каждом опыте по заранее заданному плану – «матрицей планирования».

$$\sum_u^N X_{i,u}^2 = N,$$

т. е. по формуле кодирования $X_i = \frac{x_i - 0,5 * (\max x_i + \min x_i)}{0,5 * (\max x_i - \min x_i)}$,

где переменные X_i – кодированные значения переменных (исследуемых факторов) и они равны $X_i = +1$ или $X_i = -1$ (часто цифру опускают).

Таблица 12

Условия и результаты эксперимента

Номер наблюдений, N	Кодированные значения переменных							Отклик наблюдений	Отклик расчётный	
	x_0	x_1	x_2	x_3	.	.	.	x_n	\bar{Y}_u	\hat{Y}
1	x_{01}	x_{11}	x_{21}	x_{31}	...	...	...	x_{n1}	y_1	\hat{y}_1
2	x_{02}	x_{12}	x_{22}	x_{32}	...	...	...	x_{n2}	y_2	\hat{y}_2
3	x_{03}	x_{13}	x_{23}	x_{33}	...	...	...	x_{n3}	y_3	\hat{y}_3
...										
u	x_{0u}	x_{1u}	x_{2u}	x_{3u}	...	...	...	x_{nu}	y_u	\hat{y}_u
...										
N	x_{0-N}	x_{1-N}	x_{2-N}	x_{3-N}	...	...	...	x_{nN}	Y_N	\hat{y}_N

Таблица 13

Порядок использования расчётных формул для плана типа 2^n

Номер п.п.	Наименование операции	Расчётная формула	Обозначение
1	Кодирование переменных	$X_i = \frac{x_i - 0,5 * (\max x_i + \min x_i)}{0,5 * (\max x_i - \min x_i)}$	X_i – кодированная величина фактора; max_i – максимальная величина фактора; min_i – минимальная величина фактора.
2	Оценка дисперсии воспроизводимости на основании параллельных наблюдений (опытов)	$S_u^2\{Y\} = \frac{\sum_{l=1}^c |Y_{u,l} - \bar{Y}_u|^2}{c-1}$ при $\nu = c-1$ (ν – число ν степеней свободы (табл. 11))	c – количество параллельных наблюдений при выборке показателей (данные отчётов предприятий); Каждый из N опытов повторяется $c > 1$ раз и повторяется в центре наблюдений (эксперимента) $x_i = 0$.

Номер п.п.	Наименование операции	Расчётная формула	Обозначение
3	Проверка однородности дисперсии воспроизводимости на однородность по G-критерию (см. табл. 12 и 13)	$G_{\max} = \frac{\max S_u^2\{Y\}}{\sum_{u=1}^N S_u^2\{Y\}},$ <p><i>полученные значения G-критерия сравниваются с критическим табличным значением критерия $G_{\nu_1, \nu_2, \alpha}$ (справочные таблицы критических значений G-критерия: наибольшей эмпирической дисперсии к сумме эмпирических дисперсий для вероятности $\alpha = 0,05$ для $\nu_1 = c-1$, $\nu_2 = N(c-1)$ и уровне значимости α.</i></p> <p>Если $G_{\max} < G_{\nu_1, \nu_2, \alpha}$ то дисперсии считаются однородными с надёжностью $(1-\alpha)$.</p>	Табличное значение $G_{\nu_1, \nu_2, \alpha}$ критерия; Заданная оценка вероятности $\alpha = 0,05$ при числе степеней свободы $\nu_1 = c-1$ и $\nu_2 = N(c-1)$ (табл. 10)
3.1	Для дальнейших расчётов принимается оценка дисперсии воспроизводимости	$S^2\{y\} = \frac{\sum_{u=1}^N S^2\{y_u\}}{N},$ <p><i>при $\nu_2 = N(c-1)$, т. е. дисперсия усредняется</i></p>	ν – число степеней свободы (табл. 10)
3.2	Если опыты повторялись только в центре эксперимента, то оценка дисперсии воспроизводимости будет следующей	$S^2\{y\} = \frac{\sum_{u=1}^N |y_1 - \bar{y}|^2}{c-1},$ <p><i>при $\nu_1 = c-1$</i></p>	
4	Расчёт коэффициентов модели	$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1; i < j}^n b_{i,j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i,j=1; i < j}^n b_{i,i} \cdot x_i^2 + \dots$	
4.1	Расчёт вспомогательного коэффициента	$b'_0 = \frac{\sum_{u=1}^N Y_u}{N}$	
4.2	Расчёт коэффициентов модели b_i $b_{i,i}$ и $b_{i,j}(i \neq j)$	$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N X_{i,u} Y_u}{\sum_{u=1}^N X_{i,u}^2};$	

Номер п.п.	Наименование операции	Расчётная формула	Обозначение
4.3		$b_{i,j(i \neq j)} = \frac{\sum_{u=1}^N X_{i,u} X_{j,u} Y_u}{\sum_{u=1}^N (X_{i,u}^2 X_{j,u}^2)^2};$	
4.4	Расчёт коэффициентов модели b_i $b_{i,i}$ и $b_{i,j(i \neq j)}$	$b_{i,i} = \frac{\sum_{u=1}^N X'_{i,u} Y_u}{\sum_{u=1}^N (X'_{i,u})^2};$	
4.5		$b_o = b'_o - \sum \tilde{X}_i^2 b_{i,i} = b'_o - \frac{\sum_{u=1}^N X_{i,u}^2}{N} \cdot b_{ii}$	
5	Оценка дисперсии коэффициентов модели (дисперсии коэффициентов различные)	<p>Оценка дисперсии для коэффициента b_i</p> $S^2\{b_i\} = \frac{S^2\{y\}}{c \sum_{u=1}^N X_{i,u}^2} \cong \sigma^2\{b_i\}$ <p>при $V=N(c-1)$</p>	
		<p>Оценка дисперсии для коэффициента $b_{i,j}$</p> $S^2\{b_{i,j(i \neq j)}\} = \frac{S^2\{y\}}{c \cdot \sum_{u=1}^N (x_{i,u} \cdot x_{j,u})^2}$ <p>при $V=N(c-1)$,</p>	
		<p>Оценка дисперсии для коэффициента $b_{i,i}$</p> $S^2\{b_{i,i}\} = \frac{S^2\{y\}}{c \cdot \sum_{u=1}^N (x'_{i,u})^2}$ $S^2\{b_o\} = S^2\{b_{i,i}\} \cdot (\tilde{x}_i^2)^2$ <p>при $V=N(c-1)$,</p>	<p>Где $t_{v,\alpha}$ – табличные значения критерия Стьюдента (критерий однородности результатов) со степенью свободы $v=N-1$; α – уровень значимости (см. табл. 11 и 12 критических значений G-критерия). Если выполнено условие $|\Delta b_i| > |b_i|$, то коэффициент b_i признаётся не значимым.</p>
6	Оценка критического значения коэффициента, где устанавливается доверительный интервал	$\Delta b_i = \pm t_{v,\alpha} \sqrt{\sum_{u=1}^N X_{i,u}^2 S\{Y\}}$	

Номер п.п.	Наименование операции	Расчётная формула	Обозначение
7	Расчёт дисперсии неадекватности модели	$S_{ad}^2 = S_1^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (Y_u - \hat{Y}_u)^2}{N - d}$	Дисперсия неадекватности характеризует разброс экспериментальных наблюдений y_u относительно предсказанных \hat{y}_u по уравнению регрессии. Число степеней свободы дисперсии S_0^2 равно $\nu_1=N(c-1)$, а дисперсия S_1^2 равно $\nu_2=N-d$, где число значимых членов уравнения.
8	Составление и оценка значимости отношения дисперсий неадекватности (табл. 15, 16) S_{ad}^2 и дисперсии воспроизводимости $S^2\{y\}$ (табл. значения).	$F = S_{ad}^2 / S_{\{y\}}^2$	Гипотеза об адекватности уравнения регрессии соответствует условие: $F \leq F_{\nu_1, \nu_2, \alpha}$, где $F_{\nu_1, \nu_2, \alpha}$ – критическое значение F-критерия (см. табл.12); α –уровень вероятностной оценки (оценки значимости) при числе степеней свободы $\nu_1=N(c-1)$ и $\nu_2=N-d$.

Во многих задачах исследователь *априорно предполагает*, что при моделировании процесса (процессов) достаточно ограничится линейной моделью или моделью с линейными членами и частью возможных взаимодействий. Особенно типичная такая ситуация для многофакторных (более 4-х) задач, где полиномом второй степени обычно удаётся описать почти стационарную область, где предположительно находятся экспериментальные (наблюдаемые) значения. Здесь уместно отметить следующее:

- чем больше величина n , тем меньше обычно объём априорной информации;
- маловероятно влияние тройных и более взаимодействий факторов;
- на первой стадии многофакторного эксперимента обычно только намечается направление движения к оптимуму и достаточно аппроксимировать исследуемую часть поверхности отклика $y(x_i)$ плоскостью

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 \dots + b_n \cdot X_n$$

с ростом n быстро возрастают сроки и стоимость эксперимента.

Таблица 14

Значения t-критерия Стьюдента (односторонняя постановка задачи)

$V^*|\alpha$	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,125	0,05	0,025	0,0125	0,0051	0,0025
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	2,414	6,314	12,710	25,45	63 66	127,3
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,817	1,604	2,920	4,303	6,205	9,925	14,09
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	1,423	2,353	3,183	4,1775	5,841	7,453
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	1,344	2,132	2,776	3,495	4,604	5,598
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	1,301	2,015	2,571	3,163	4,032	4,773
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	1,273	1,943	2,447	2,969	3,707	4,317
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	1,254	1,895	2,365	2,841	3,500	4,029
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	1,240	1,860	2,306	2,752	3,355	3,833
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	1,230	1,833	2,262	2,685	3,250	3,690
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	1,221	1,813	2,228	2,634	3,169	3,581
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	1,215	1,796	2,201	2,593	3,106	3,500
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	1,209	1,782	2,179	2,560	3,055	3,428
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	1,204	1,771	2,160	2,533	3,012	3,373
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	1,200	1,761	2,145	2,510	2,977	3,326
15	0,128	0,258	0,392	0,536	0,691	1,197	1,753	2,132	2,490	2,947	3,286
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	1,185	1,725	2,086	2,423	2,845	3,153
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	1,178	1,708	2,060	2,385	2,787	3,078
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	1,173	1,697	2,042	2,360	2,750	3,030
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	1,167	1,684	2,021	2,329	2,705	2,971
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	1,162	1,671	2,000	2,3299	2,660	2,915
...											
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	1,156	1,658	1,980	2,270	2,617	2,860
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	1,150	1,645	1,960	2,241	2,576	2,807

V^* – степени свободы

3. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Но прежде, чем решать поставленную задачу, необходимо уяснить методы моделирования, которые могут быть здесь использованы.

Общее представление о системном анализе. Системный анализ это стратегия научного поиска, использующая математические методы и модели в рамках систематизированного научного подхода к решению проблем. По существу системный анализ организует знания об объекте, что облегчает выбор необходимых решений на основе полученной модели. В данном случае, выделяются семь этапов (рис. 7) анализа для решения практических задач.

К основным этапам системного анализа относятся.

1. Выбор проблемы. Этот этап предусматривает выбор правильного метода исследования для решения актуальной задачи в области экономической и энергетической безопасности. Как показывает опыт, на практике часто не учитываются существенные аспекты «приемлемого риска», сочетающие в себе технические, экономические, социальные и политические факторы, что представляет собой компромисс между показателями безопасности и возможностями её достижения, с одной стороны, а с другой – ряд представлений о проблемах. Поэтому, с одной стороны, можно взяться за решение поставленной проблемы без системного анализа, а с другой – выбрать такую проблему, которую можно наиболее эффективно решить, используя всю мощь методов и способов системного анализа. Такая двойственность первого этапа делает его критическим для успеха (или неудачи) всего исследования.

2. Постановка задачи, установление граничных условий и установление значимости целей и задач. Обычно цели и задачи выстраивают в некоторую цепочку (образуя некоторую иерархию) по степени их возможности реализации. Здесь следует иметь в виду, что задачи важные с точки зрения получения научной информации, довольно слабо влияют на решения, которые направлены на управление в области экономической и энергетической безопасности. Особенно это проявляется в ситуации, когда исследователь заведомо ограничен определёнными формами управления и концентрирует максимум усилий на задачах непосредственно связанных с самими процессами.

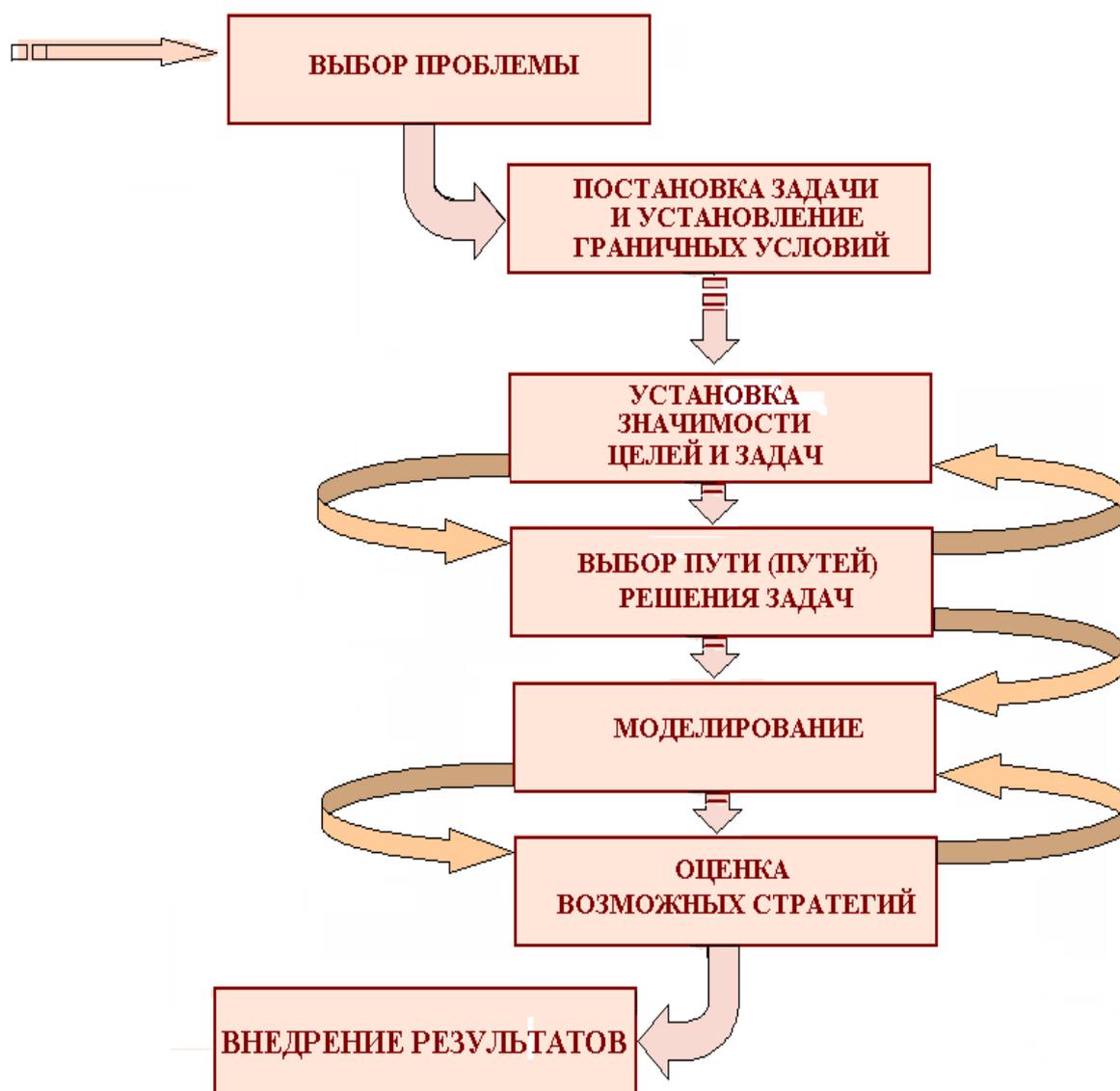


Рис. 7. Схема решения задачи при постановке «проблемы»

Например, «Управление риском» – способ повышения безопасности, как основной задачи теории и практики. Здесь необходимо решить следующие задачи: снизить или полностью исключить нежелательные ситуации и так управлять этой ситуацией, чтобы наилучшим образом удовлетворялись потребности в социальном, техническом и технологическом плане при минимуме экономических затрат.

Таблица 15

Критические значения критерия G – отношения наибольшей эмпирической дисперсии к сумме эмпирических дисперсий. Значения критерия G_{v_1, v_2} при уровне значимости $\alpha=0,05$

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	36	114	∞
2	0,998	0,975	0,939	0,906	0,877	0,853	0,833	0,816	0,801	0,788	0,734	0,660	0,581	0,500
3	0,967	0,871	0,798	0,746	0,707	0,677	0,653	0,633	0,617	0,602	0,547	0,475	0,403	0,333
4	0,906	0,768	0,684	0,629	0,589	0,500	0,536	0,517	0,502	0,488	0,437	0,372	0,309	0,250
5	0,841	0,684	0,598	0,544	0,506	0,478	0,456	0,439	0,424	0,412	0,364	0,307	0,251	0,200
6	0,781	0,616	0,532	0,480	0,445	0,418	0,398	0,382	0,368	0,357	0,313	0,261	0,212	0,167
7	0,727	0,561	0,480	0,431	0,397	0,373	0,353	0,338	0,326	0,315	0,276	0,228	0,183	0,143
8	0,680	0,516	0,438	0,391	0,359	0,336	0,318	0,304	0,293	0,283	0,246	0,202	0,162	0,125
9	0,638	0,477	0,403	0,358	0,329	0,307	0,290	0,277	0,266	0,257	0,227	0,182	0,145	0,111
10	0,602	0,445	0,373	0,331	0,303	0,282	0,266	0,254	0,244	0,235	0,203	0,165	0,131	0,100
12	0,541	0,392	0,326	0,288	0,262	0,244	0,230	0,219	0,210	0,202	0,174	0,140	0,110	0,083
15	0,471	0,335	0,276	0,242	0,219	0,203	0,191	0,181	0,174	0,167	0,143	0,114	0,089	0,067
20	0,389	0,270	0,220	0,192	0,173	0,160	0,150	0,142	0,136	0,130	0,111	0,088	0,067	0,050
24	0,343	0,235	0,191	0,166	0,149	0,137	0,129	0,122	0,116	0,111	0,094	0,074	0,057	0,042
30	0,293	0,198	0,159	0,138	0,124	0,114	0,106	0,100	0,096	0,092	0,077	0,060	0,046	0,033
40	0,237	0,158	0,126	0,108	0,097	0,089	0,083	0,078	0,074	0,071	0,059	0,046	0,035	0,025
60	0,174	0,113	0,089	0,076	0,068	0,062	0,058	0,055	0,052	0,050	0,041	0,032	0,023	0,017
120	0,0998	0,0632	0,0495	0,0419	0,0371	0,0337	0,0312	0,0292	0,0279	0,0266	0,0218	0,0165	0,0120	0,0083
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 16

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,01$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	4999,5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,05	26,87	26,69	26,00	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37	14,20	14,02	13,93	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,01$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,54	2,45	2,36	2,27	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,96	2,81	2,66	2,58	2,50	2,42	2,33	2,23	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,93	2,78	2,63	2,55	2,47	2,38	2,29	2,20	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,90	2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	2,26	2,17	2,06
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	2,23	2,14	2,03
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,025$

1	647,8	799,5	864,2	899,6	921,8	937,1	948,2	956,7	963,3	968,6	976,7	984,9	993,1	997,2	1001	1006	1010	1014	1018
2	38,51	39,00	39,17	39,25	39,30	39,33	39,36	39,37	39,39	39,40	39,41	39,43	39,45	39,46	39,46	39,47	39,48	39,49	39,50
3	17,44	16,04	15,44	15,10	14,88	14,73	14,62	14,54	14,47	14,42	14,34	14,25	14,17	14,12	14,08	14,04	13,99	13,95	13,90
4	12,22	10,65	9,88	9,60	9,36	9,20	9,07	8,98	8,90	8,84	8,75	8,66	8,56	8,51	8,46	8,41	8,36	8,31	8,26
5	10,01	8,43	7,76	7,39	7,15	6,98	6,85	6,76	6,68	6,62	6,52	6,43	6,33	6,28	6,23	6,18	6,12	6,07	6,02
6	8,81	7,26	6,60	6,23	5,99	5,82	5,70	5,60	5,52	5,46	5,37	5,27	5,17	5,12	5,07	5,01	4,96	4,9	4,85

Продолжение табл. 16

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,01$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
7	8,07	6,54	5,89	5,52	5,29	5,12	4,99	4,90	4,82	4,76	4,67	4,57	4,47	4,42	4,36	4,31	4,25	4,2	4,14
8	7,57	6,06	5,42	5,05	4,82	4,65	4,53	4,43	4,36	4,30	4,20	4,10	4,00	3,95	3,89	3,84	3,78	3,73	3,67
9	7,21	5,71	5,08	4,72	4,48	4,32	4,20	4,10	4,03	3,96	3,87	3,77	3,67	3,61	3,56	3,51	3,45	3,39	3,33
10	6,94	5,46	4,83	4,47	4,24	4,07	3,95	3,85	3,78	3,72	3,62	3,52	3,42	3,37	3,31	3,26	3,20	3,14	3,08
11	6,72	5,26	4,63	4,28	4,04	3,88	3,76	3,66	3,59	3,53	3,43	3,33	3,23	3,17	3,12	3,06	3,00	2,94	2,88
12	6,55	5,10	4,47	4,12	3,89	3,73	3,61	3,51	3,44	3,37	3,28	3,18	3,07	3,02	2,96	2,91	2,85	2,79	2,72
13	6,41	4,97	4,35	4,00	3,77	3,60	3,48	3,39	3,31	3,25	3,15	3,05	2,95	2,89	2,84	2,78	2,72	2,66	2,60
14	6,30	4,86	4,24	3,89	3,66	3,50	3,38	3,29	3,21	3,15	3,05	2,95	2,84	2,79	2,73	2,67	2,61	2,55	2,49
15	6,20	4,77	4,15	3,80	3,58	3,41	3,29	3,20	3,12	3,06	2,96	2,86	2,76	2,7	2,64	2,59	2,52	2,46	2,40
16	6,12	4,69	4,08	3,73	3,50	3,34	3,22	3,12	3,05	2,99	2,89	2,79	2,68	2,63	2,57	2,51	2,45	2,38	2,32
17	6,04	4,62	4,01	3,66	3,44	3,28	3,16	3,06	2,98	2,92	2,82	2,72	2,62	2,56	2,50	2,44	2,38	2,32	2,25
18	5,98	4,56	3,95	3,61	3,38	3,22	3,10	2,99	2,93	2,87	2,77	2,67	2,56	2,5	2,44	2,38	2,32	2,26	2,19
19	5,92	4,51	3,90	3,56	3,33	3,17	3,05	2,96	2,88	2,82	2,72	2,62	2,51	2,45	2,39	2,33	2,27	2,2	2,13
20	5,87	4,46	3,86	3,51	3,29	3,13	3,01	2,91	2,84	2,77	2,68	2,57	2,46	2,41	2,35	2,29	2,22	2,16	2,09
21	5,83	4,42	3,82	3,48	3,25	3,09	2,97	2,87	2,80	2,73	2,64	2,53	2,42	2,37	2,31	2,25	2,18	2,11	2,04
22	5,79	4,38	3,78	3,44	3,22	3,05	2,93	2,84	2,76	2,70	2,60	2,50	2,39	2,33	2,27	2,21	2,14	2,08	2,00
23	5,75	4,35	3,75	3,41	3,18	3,02	2,90	2,81	2,73	2,67	2,57	2,47	2,36	2,3	2,24	2,18	2,11	2,04	1,97

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,025$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
24	5,72	4,32	3,72	3,38	3,15	2,99	2,87	2,78	2,70	2,64	2,54	2,44	2,33	2,27	2,21	2,15	2,08	2,01	1,94
25	5,69	4,29	3,69	3,35	3,13	2,97	2,85	2,75	2,68	2,61	2,51	2,41	2,30	2,24	2,18	2,12	2,05	1,98	1,91
26	5,66	4,27	3,67	3,33	3,10	2,94	2,82	2,73	2,65	2,59	2,49	2,39	2,28	2,22	2,16	2,09	2,03	1,95	1,88
27	5,63	4,24	3,65	3,31	3,08	2,92	2,80	2,71	2,63	2,57	2,47	2,36	2,25	2,19	2,13	2,07	2,00	1,93	1,85
28	5,61	4,22	3,63	3,29	3,06	2,90	2,78	2,69	2,61	2,55	2,45	2,34	2,23	2,17	2,11	2,05	1,98	1,91	1,83
29	5,59	4,20	3,61	3,27	3,04	2,88	2,76	2,67	2,59	2,53	2,43	2,32	2,21	2,15	2,09	2,03	1,96	1,89	1,81
30	5,57	4,18	3,59	3,25	3,03	2,87	2,75	2,65	2,57	2,51	2,41	2,31	2,20	2,14	2,07	2,01	1,94	1,87	1,79
40	5,42	4,05	3,46	3,13	2,90	2,74	2,62	2,53	2,45	2,39	2,29	2,18	2,07	2,01	1,94	1,88	1,80	1,72	1,64
60	5,29	3,93	3,34	3,01	2,79	2,63	2,51	2,41	2,33	2,27	2,17	2,06	1,94	1,88	1,82	1,74	1,67	1,58	1,48
120	5,15	3,80	3,23	2,89	2,67	2,52	2,39	2,30	2,22	2,16	2,05	1,94	1,82	1,76	1,69	1,61	1,53	1,43	1,31
∞	5,02	3,69	3,12	2,79	2,57	2,41	2,29	2,19	2,11	2,05	1,94	1,83	1,71	1,64	1,57	1,48	1,39	1,27	1,00

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,05$

161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234	236,8	238,9	240,5	241,9	243,9	245,9	248	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3	
18,51	19,00	19,16	19,35	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50	
10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53	
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,28	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,05$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,05$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43	1,35	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,01$

1	39,86	49,5	53,59	55,83	57,24	58,2	58,91	59,44	59,86	60,19	60,71	61,22	61,74	62	62,26	62,53	62,79	63,06	63,33
2	8,53	9,00	9,16	9,24	9,29	9,33	9,35	9,37	9,38	9,39	9,41	9,42	9,44	9,45	9,46	9,47	9,47	9,48	9,49
3	5,54	5,46	5,39	5,34	5,31	5,28	5,27	5,25	5,24	5,23	5,22	5,20	5,18	5,18	5,17	5,16	5,15	5,14	5,13
4	4,54	4,32	4,19	4,11	4,05	4,01	3,98	3,95	3,94	3,92	3,90	3,87	3,84	3,83	3,82	3,80	3,79	3,78	3,76
5	4,06	3,78	3,62	3,52	3,45	3,40	3,37	3,34	3,32	3,30	3,27	3,24	3,21	3,19	3,17	3,16	3,14	3,12	3,10
6	3,78	3,46	3,29	3,18	3,11	3,05	3,01	2,98	2,96	2,94	2,90	2,87	2,84	2,82	2,80	2,78	2,76	2,74	2,72
7	3,59	3,26	3,07	2,96	2,88	2,83	2,78	2,75	2,72	2,70	2,67	2,63	2,59	2,58	2,56	2,54	2,51	2,49	2,47
8	3,46	3,11	2,92	2,81	2,73	2,67	2,62	2,59	2,56	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,29
9	3,36	3,01	2,81	2,69	2,61	2,55	2,51	2,47	2,44	2,42	2,38	2,34	2,30	2,28	2,25	2,23	2,21	2,18	2,16
10	3,29	2,92	2,73	2,61	2,52	2,46	2,41	2,38	2,35	2,32	2,28	2,24	2,20	2,18	2,16	2,13	2,11	2,08	2,06
11	3,23	2,86	2,66	2,54	2,45	2,39	2,34	2,30	2,27	2,25	2,21	2,17	2,12	2,10	2,08	2,05	2,03	2,00	1,97
12	3,18	2,81	2,61	2,48	2,39	2,33	2,28	2,24	2,21	2,19	2,15	2,10	2,06	2,04	2,01	1,99	1,96	1,93	1,90

Значения критерия $F_{v_1;v_2}$ при уровне значимости $\alpha=0,01$

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
13	3,14	2,76	2,56	2,43	2,35	2,28	2,23	2,20	2,16	2,14	2,10	2,05	2,01	1,98	1,96	1,93	1,90	1,88	1,85
14	3,10	2,73	2,52	2,39	2,31	2,24	2,19	2,15	2,12	2,10	2,05	2,01	1,96	1,94	1,91	1,89	1,86	1,83	1,80
15	3,07	2,70	2,49	2,36	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,06	2,02	1,97	1,92	1,90	1,87	1,85	1,82	1,79	1,76
16	3,05	2,67	2,46	2,33	2,24	2,18	2,13	2,09	2,06	2,03	1,99	1,94	1,89	1,87	1,84	1,81	1,78	1,75	1,72
17	3,03	2,64	2,44	2,31	2,22	2,15	2,10	2,06	2,03	2,00	1,96	1,91	1,86	1,84	1,81	1,78	1,75	1,72	1,69
18	3,01	2,62	2,42	2,29	2,20	2,13	2,08	2,04	2,00	1,98	1,93	1,89	1,84	1,81	1,78	1,75	1,72	1,69	1,66
19	2,99	2,61	2,40	2,27	2,18	2,11	2,06	2,02	1,98	1,96	1,91	1,86	1,81	1,79	1,76	1,73	1,70	1,67	1,63
20	2,97	2,59	2,38	2,25	2,16	2,09	2,04	2,00	1,96	1,94	1,89	1,84	1,79	1,77	1,74	1,71	1,68	1,64	1,61
21	2,96	2,57	2,36	2,23	2,14	2,08	2,02	1,98	1,95	1,92	1,87	1,83	1,78	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,59
22	2,95	2,56	2,35	2,22	2,13	2,06	2,01	1,97	1,93	1,90	1,86	1,81	1,76	1,73	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57
23	2,94	2,55	2,34	2,21	2,11	2,05	1,99	1,95	1,92	1,89	1,84	1,80	1,74	1,72	1,69	1,66	1,62	1,59	1,55
24	2,93	2,54	2,33	2,19	2,10	2,04	1,98	1,94	1,91	1,88	1,83	1,78	1,73	1,70	1,67	1,64	1,61	1,57	1,53
25	2,92	2,53	2,32	2,18	2,09	2,02	1,97	1,93	1,89	1,87	1,82	1,77	1,72	1,69	1,66	1,63	1,59	1,56	1,52
26	2,91	2,52	2,31	2,17	2,08	2,01	1,96	1,92	1,88	1,86	1,81	1,76	1,71	1,68	1,65	1,61	1,58	1,54	1,50
27	2,90	2,51	2,30	2,17	2,07	2,00	1,95	1,91	1,87	1,85	1,80	1,75	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57	1,53	1,49
28	2,89	2,50	2,29	2,16	2,06	2,00	1,94	1,90	1,87	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,63	1,59	1,56	1,52	1,48
29	2,89	2,50	2,28	2,15	2,06	1,99	1,93	1,89	1,86	1,83	1,78	1,73	1,68	1,65	1,62	1,58	1,55	1,51	1,47
30	2,88	2,49	2,28	2,14	2,03	1,98	1,93	1,88	1,85	1,82	1,77	1,72	1,67	1,64	1,61	1,57	1,54	1,50	1,46
40	2,84	2,44	2,23	2,09	2,00	1,93	1,87	1,83	1,79	1,76	1,71	1,66	1,61	1,57	1,54	1,51	1,47	1,42	1,38
60	2,79	2,39	2,18	2,04	1,95	1,87	1,82	1,77	1,74	1,71	1,66	1,60	1,54	1,51	1,48	1,44	1,40	1,35	1,29
120	2,75	2,35	2,13	1,99	1,90	1,82	1,77	1,72	1,68	1,65	1,60	1,55	1,48	1,45	1,41	1,37	1,32	1,26	1,19
∞	2,71	2,30	2,08	1,94	1,85	1,77	1,72	1,67	1,63	1,60	1,55	1,49	1,42	1,38	1,34	1,30	1,24	1,17	1,00

3. Установление значимости целей и задач. Как только существование проблемы установлены, требуется выбрать те критерии, при помощи которых производится анализ возможности аналитического решения, сохраняя в тоже время все те элементы, которые допускают содержательную практическую интерпретацию. Итак, в данном случае выделены следующие свойства системы (табл. 1):

- Y-1-1. Коэффициент рентабельности активов. (Return on assets – ROA);
- Y-1-2. ЭФР – эффект финансового рычага (финансовый левередж);
- Y-1-3. ROE – коэффициент рентабельности собственного капитала (СК);
- Y-1-4. $K_{ЭМндж}$ – коэффициент эффективности энергетического менеджмента;
- Y-1-5. $K_{ЭнПр}$ – коэффициент энергетической производительности.

Далее необходимо выделить основные факторы, которые оказывают влияние на выбранные показатели:

- X-1-1- OA – оборотные активы, тыс. руб.;
- X-2-2- BA – внеоборотные активы, тыс. руб.;
- X-3-6- $\frac{ЗК_k}{СК}$ – отношение $ЗК_k$ – заёмного краткосрочного капитала, тыс. руб. к СК – собственному капиталу, тыс. руб.;
- X-1-2- $Z_{общ}$ – общие затраты энергии на производство продукции, Гигакалорий-часов (Гкал-ч.);
- X-1-3 – УЭБ – показатель удельной энергоёмкости за ед. продукции, Гигакалорий-часов/шт (Гкал-ч/шт.);
- X-1-4 – $V_{потр}^{год}$ – объём потребляемой энергии в год, Гкал-ч.;
- X-2-1 – $\bar{V}_{огр}$ – объём ограничений энергоснабжения, Гкал-ч.;
- *И т. д...*

Естественно, необходимо иметь ввиду, что рассматриваемые показатели экономической и энергетической безопасности не должен становится меньше некоторой величины – «критичной величины».

4. Выбор путей решения задач. Здесь можно выбрать несколько путей решения установленных задач. Но всегда предпочтение отдаётся тем методам, которые позволят наиболее полно и эффективно использовать результаты аналогичных задач и соответствующий математический аппарат. При этом выбор тех или иных методов нередко зависит от специалистов (специалиста), при помощи которых и решается данная проблема.

5. Моделирование и оценка возможных стратегий. Здесь следует отметить, что, моделируемым процессом, а также механизмам обратной связи присуща внутренняя неопределённость. Для решения данной задачи необходимо получить модель исследуемой системы и использовать её для анализа работы рассматриваемого процесса.

6. **Внедрение результатов.** Заключительный результат системного анализа представляет собой применение на практике результатов, полученных на предыдущих этапах. Если исследования по описанной выше схеме проведены удачно, то практические шаги, которые необходимо предпринять будут очевидны. В тоже время может выявиться неполнота тех или иных результатов или необходимость их пересмотра, в результате чего придётся корректировать модель и снова пройти какие-то из завершённых этапов.

Пример решения задачи. Оценить группу экономических показателей с определением критичного индикатора предприятия. В данном случае выделены следующие свойства системы: Y-1-1. Коэффициент рентабельности активов. (Return on assets – ROA); Y-1-2. ЭФР – эффект финансового рычага (финансовый леведредж); Y-1-3. ROE – коэффициент рентабельности собственного капитала (СК); Y-1-4. $K_{ЭМндж}$ – коэффициент эффективности энергетического менеджмента; Y-1-5. $K_{ЭнПр}$ – коэффициент энергетической производительности. Данные для расчёта приведены в табл. 1, 17, 18, 19...

Таблица 17

Воздействующие факторы

Номер фактора	Наименование фактора	Обозначение, един. изм.	Интервал варьирования		
			min (-1)	середина (0)	max (+1)
1	Оборотные активы (ОА) предприятия, тыс. руб.	X-1-1-ОА, тыс. руб.	1,000E+06	2,5000E+6	4,000E+06
2	Внеоборотные активы, тыс. руб	X-2-2-ВА, тыс. руб	2,000E+06	2,5000E+6	3,000E+06
3	Отношение ЗКк – заёмного краткосрочного капитала, тыс. руб. к СК – собственному капиталу, тыс. руб. – Фин-рычаг: отношение ЗКк/СК.	X-3-6 ЗКк/СК	0,20	0,35	0,50
4	ОП – объём выпускаемой продукции в стоимостном выр.	X-4-6-ОП, тыс. руб	3,500E+06	5,000E+6	6,500E+06

Используя данные табл. 16–19 **формируется матрица центрального композиционного** ортогонального униформ-планирования второго порядка, $n=2$ для получения коэффициентов модели и статистического анализа данных наблюдений при оценке показателей.

После кодирования переменных и статистической обработки данной матрицы по программе Plan 2019 (табл. 19, 20), получены математические модели для каждого параметра оптимизации.

Таблица 18

Оцениваемые показатели

Код факторов	НВ-У1-1-ROA	НВ-У1-1-ROA	НВ-У1-1-ROA	НВ-У1-1-ROA	НВ-У-1-2-ЭФР	НВ-У-1-2-ЭФР	НВ-У-1-2-ЭФР	НВ-У-1-2-ЭФР	НВ-У-1-3-ROE	НВ-У-1-3-ROE	НВ-У-1-3-ROE	НВ-У-1-3-ROE	НВ-У-1-4-КЭМндж	НВ-У-1-4-КЭМндж	НВ-У-1-4-КЭМндж	НВ-У-1-4-КЭМндж	НВ-У-1-5-КЭНПг	НВ-У-1-5-КЭНПг	НВ-У-1-5-КЭНПг	НВ-У-1-5-КЭНПг
1 1 1 1	0,74	0,64	0,77	0,72	0,31	0,26	0,31	0,29	0,98	1,01	1,01	1,0	16,13	12,69	14,46	14,43	532,5	583,0	556,1	557,2
-1 1 1 1	1,38	1,06	1,36	1,27	0,64	0,47	0,62	0,58	0,98	1,01	1,01	1,0	16,13	12,69	14,46	14,43	532,5	583,0	556,1	557,2
1 -1 1 1	0,83	0,78	0,89	0,84	0,35	0,33	0,38	0,35	0,98	1,01	1,01	1,0	16,13	12,69	14,46	14,43	269,1	291,5	275,3	278,6
-1 -1 1 1	1,71	1,50	1,81	1,67	0,81	0,71	0,85	0,79	0,98	1,01	1,01	1,0	16,13	12,69	14,46	14,43	269,1	291,5	275,3	278,6
1 1 -1 1	0,74	0,64	0,77	0,72	0,13	0,10	0,13	0,12	2,03	1,88	2,11	2,0	28,40	27,70	29,79	28,63	532,5	583,0	556,1	557,2
-1 1 -1 1	1,38	1,06	1,36	1,27	0,26	0,18	0,26	0,23	2,03	1,88	2,11	2,0	28,40	27,70	29,79	28,63	532,5	583,0	556,1	557,2
1 -1 -1 1	0,83	0,78	0,89	0,84	0,14	0,13	0,16	0,14	2,03	1,88	2,11	2,0	28,40	27,70	29,79	28,63	269,1	291,5	275,3	278,6
-1 -1 -1 1	1,71	1,50	1,81	1,67	0,33	0,27	0,35	0,32	2,03	1,88	2,11	2,0	28,40	27,70	29,79	28,63	269,1	291,5	275,3	278,6
1 1 1 -1	0,38	0,34	0,36	0,36	0,14	0,10	0,13	0,12	0,49	0,54	0,47	0,5	16,13	12,69	14,46	14,43	301,8	305,2	292,0	299,7
-1 1 1 -1	0,70	0,56	0,63	0,63	0,33	0,21	0,29	0,28	0,49	0,54	0,47	0,5	16,13	12,69	14,46	14,43	301,8	305,2	292,0	299,7
1 -1 1 -1	0,42	0,41	0,42	0,42	0,17	0,13	0,16	0,15	0,49	0,54	0,47	0,5	16,13	12,69	14,46	14,43	152,5	152,6	144,6	149,9
-1 -1 1 -1	0,86	0,80	0,84	0,83	0,43	0,33	0,41	0,39	0,49	0,54	0,47	0,5	16,13	12,69	14,46	14,43	152,5	152,6	144,6	149,9
1 1 -1 -1	0,38	0,34	0,36	0,36	0,06	0,04	0,05	0,05	1,02	1,00	0,98	1,0	28,40	27,70	29,79	28,63	301,8	305,2	292,0	299,7
-1 1 -1 -1	0,70	0,56	0,63	0,63	0,13	0,08	0,12	0,11	1,02	1,00	0,98	1,0	28,40	27,70	29,79	28,63	301,8	305,2	292,0	299,7
1 -1 -1 -1	0,42	0,41	0,42	0,42	0,07	0,05	0,07	0,06	1,02	1,00	0,98	1,0	28,40	27,70	29,79	28,63	152,5	152,6	144,6	149,9
-1 -1 -1 -1	0,86	0,80	0,84	0,83	0,17	0,13	0,17	0,16	1,02	1,00	0,98	1,0	28,40	27,70	29,79	28,63	152,5	152,6	144,6	149,9
1 0 0 0	0,54	0,50	0,55	0,53	0,17	0,14	0,17	0,16	0,99	1,01	1,00	1,0	12,21	10,55	11,69	11,48	284,6	301,5	287,5	291,2
-1 0 0 0	1,43	1,13	1,40	1,32	0,56	0,40	0,54	0,50	0,99	1,01	1,00	1,0	12,21	10,55	11,69	11,48	787,7	854,9	790,2	810,9
0 1 0 0	0,71	0,58	0,69	0,66	0,25	0,18	0,24	0,22	0,99	1,01	1,00	1,0	12,21	10,55	11,69	11,48	612,5	655,9	622,9	630,4
0 -1 0 0	0,87	0,84	0,92	0,87	0,32	0,28	0,33	0,31	0,99	1,01	1,00	1,0	12,21	10,55	11,69	11,48	223,8	235,7	220,3	226,6
0 0 1 0	0,78	0,69	0,79	0,75	0,36	0,30	0,36	0,34	0,66	0,71	0,67	0,7	8,79	11,41	7,85	9,35	418,1	445,8	421,6	428,5
0 0 -1 0	0,78	0,69	0,79	0,75	0,03	0,03	0,03	0,03	1,96	1,75	1,99	1,9	20,00	22,23	22,92	21,72	418,1	445,8	421,6	428,5
0 0 0 1	1,14	0,99	1,20	1,11	0,41	0,34	0,43	0,39	1,45	1,44	1,52	1,5	24,04	20,24	22,68	22,32	581,7	643,0	607,2	610,6
0 0 0 -1	0,42	0,39	0,38	0,40	0,14	0,09	0,13	0,12	0,53	0,57	0,48	0,5	0,38	0,86	0,70	0,65	254,6	248,6	236,0	246,4
0 0 0 0	0,78	0,69	0,79	0,75	0,28	0,22	0,28	0,26	0,99	1,01	1,00	1,0	12,21	10,55	11,69	11,48	418,1	445,8	421,6	428,5

Матрица данных наблюдений

62

4				5																			
Х-1-1-ОА, тыс. руб				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
Х-2-2-ВА, тысруб				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
Х-3-9-СК, тыс.руб				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
Х-4-6-ОП, тыс.руб				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
1000000 4000000				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
2000000 3000000				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
500000 2500000				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
3500000 6500000				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
5				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
ОП-У1-4-КЭМндж				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
ОП-У7-19-КЭнПр				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
4 4 4 4 4				ОП-У1-1-ROA				ОП-У1-2-ЭФР				ОП-У1-3-ROE				ОП-У1-4-КЭМндж							
1	1	1	1	0,444	0,383	0,458	0,429	0,391	0,324	0,398	0,371	0,487	0,505	0,506	0,499	0,564	0,443	0,505	0,504	0,657	0,719	0,686	0,687
-1	1	1	1	0,823	0,633	0,813	0,756	0,810	0,599	0,786	0,732	0,487	0,505	0,506	0,499	0,564	0,443	0,505	0,504	0,657	0,719	0,686	0,687
1	-1	1	1	0,496	0,467	0,533	0,499	0,448	0,416	0,479	0,448	0,487	0,505	0,506	0,499	0,564	0,443	0,505	0,504	0,332	0,359	0,339	0,344
-1	-1	1	1	1,019	0,898	1,082	1,000	1,028	0,893	1,080	1,000	0,487	0,505	0,506	0,499	0,564	0,443	0,505	0,504	0,332	0,359	0,339	0,344
1	1	-1	1	0,444	0,383	0,458	0,429	0,159	0,124	0,164	0,149	1,012	0,937	1,051	1,000	0,992	0,967	1,040	1,000	0,657	0,719	0,686	0,687
-1	1	-1	1	0,823	0,633	0,813	0,756	0,330	0,229	0,323	0,294	1,012	0,937	1,051	1,000	0,992	0,967	1,040	1,000	0,657	0,719	0,686	0,687
1	-1	-1	1	0,496	0,467	0,533	0,499	0,183	0,159	0,197	0,180	1,012	0,937	1,051	1,000	0,992	0,967	1,040	1,000	0,332	0,359	0,339	0,344
-1	-1	-1	1	1,019	0,898	1,082	1,000	0,419	0,341	0,444	0,402	1,012	0,937	1,051	1,000	0,992	0,967	1,040	1,000	0,332	0,359	0,339	0,344
1	1	1	-1	0,225	0,203	0,213	0,214	0,178	0,122	0,160	0,153	0,246	0,268	0,235	0,250	0,564	0,443	0,505	0,504	0,372	0,376	0,360	0,370

Матрица данных наблюдений (окончание)

-1	1	1	-1	0,416	0,336	0,378	0,377	0,415	0,266	0,364	0,348	0,246	0,268	0,235	0,250	0,564	0,443	0,505	0,504	0,372	0,376	0,360	0,370
1	-1	1	-1	0,251	0,248	0,248	0,249	0,210	0,170	0,203	0,194	0,246	0,268	0,235	0,250	0,564	0,443	0,505	0,504	0,188	0,188	0,178	0,185
-1	-1	1	-1	0,515	0,477	0,504	0,498	0,539	0,420	0,518	0,492	0,246	0,268	0,235	0,250	0,564	0,443	0,505	0,504	0,188	0,188	0,178	0,185
1	1	-1	-1	0,225	0,203	0,213	0,214	0,072	0,047	0,066	0,062	0,511	0,497	0,489	0,499	0,992	0,967	1,040	1,000	0,372	0,376	0,360	0,370
-1	1	-1	-1	0,416	0,336	0,378	0,377	0,169	0,102	0,150	0,140	0,511	0,497	0,489	0,499	0,992	0,967	1,040	1,000	0,372	0,376	0,360	0,370
1	-1	-1	-1	0,251	0,248	0,248	0,249	0,086	0,065	0,084	0,078	0,511	0,497	0,489	0,499	0,992	0,967	1,040	1,000	0,188	0,188	0,178	0,185
-1	-1	-1	-1	0,515	0,477	0,504	0,498	0,220	0,160	0,213	0,198	0,511	0,497	0,489	0,499	0,992	0,967	1,040	1,000	0,188	0,188	0,178	0,185
1	0	0	0	0,321	0,296	0,329	0,315	0,217	0,177	0,220	0,204	0,495	0,503	0,500	0,499	0,426	0,368	0,408	0,401	0,351	0,372	0,354	0,359
-1	0	0	0	0,852	0,675	0,833	0,786	0,711	0,503	0,683	0,632	0,495	0,503	0,500	0,499	0,426	0,368	0,408	0,401	0,971	1,054	0,974	1,000
0	1	0	0	0,423	0,349	0,414	0,395	0,312	0,223	0,298	0,277	0,495	0,503	0,500	0,499	0,426	0,368	0,408	0,401	0,755	0,809	0,768	0,777
0	-1	0	0	0,519	0,500	0,548	0,522	0,401	0,353	0,421	0,392	0,495	0,503	0,500	0,499	0,426	0,368	0,408	0,401	0,276	0,291	0,272	0,279
0	0	1	0	0,466	0,411	0,472	0,450	0,459	0,374	0,457	0,430	0,331	0,353	0,334	0,340	0,307	0,399	0,274	0,327	0,516	0,550	0,520	0,528
0	0	-1	0	0,466	0,411	0,472	0,450	0,035	0,033	0,037	0,035	0,980	0,872	0,991	0,948	0,699	0,777	0,801	0,759	0,516	0,550	0,520	0,528
0	0	0	1	0,682	0,590	0,715	0,662	0,522	0,433	0,542	0,499	0,725	0,721	0,758	0,735	0,840	0,707	0,792	0,780	0,717	0,793	0,749	0,753
0	0	0	-1	0,250	0,233	0,228	0,237	0,182	0,119	0,160	0,154	0,265	0,285	0,242	0,264	0,013	0,030	0,025	0,023	0,314	0,307	0,291	0,304
0	0	0	0	0,466	0,411	0,472	0,450	0,352	0,276	0,351	0,326	0,495	0,503	0,500	0,499	0,426	0,368	0,408	0,401	0,516	0,550	0,520	0,528

Результаты статистического анализа данных наблюдений (фрагмент)

$$ROA = \frac{\text{ЧП}}{\text{ОА} + \text{ВА}}$$

Ко-во наблюдений N	X-1-1-ОА, тыс.руб	X-2-2-ВА, тыс.руб	X-3-9-СК, тыс.руб	X-4-6-ОП, тыс.руб	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-1-ROA среднее	Дисперсия воспроизводимости	ОП-У1-1-ROA расчётная	Дисперсия адекватности
1	+1	+1	+1	+1	4,1E-0	3,7E-0	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
2	-1	+1	+1	+1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
3	+1	-1	+1	+1	5,69E-01	5,11E-01	6,03E-0	6,01E-0	5,71E-01	1,8427E-03	5,7962E-01	7,4218E-05
4	-1	-1	+1	+1	1,015E+00	9,23E-01	1,161E+00	9E-01	9,9975E-01	1,4025E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
5	+1			+1	4,1E-01	3,7E-01	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
6	-1			+1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
7	+1			+1	5,69E-01	5,41E-01	6,03E-01	5,71E-01	5,71E-01	6,4267E-04	5,7962E-01	7,4218E-05
8	-1			+1	1,115E+00	9,23E-01	1,061E+00	9E-01	9,9975E-01	1,0958E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
9	+1			-1	2,07E-01	1,93E-0	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
10	-1			-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
11	+1			-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
12	-1			-1	5,12E-01	4,82E-01	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-0
13	+1			-1	2,07E-01	1,93E-01	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
14	-1			-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
15	+1			-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
16	-1			-1	5,12E-01	4,82E-0	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-04
17	+1				3,33E-01	3,12E-01	3,4E-01	3,28E-01	3,2825E-01	1,4158E-04	3,1649E-01	1,3835E-04
18	-1				6,46E-01	5,63E-01	6,38E-01	6,16E-01	6,1575E-01	1,3976E-03	6,29E-01	1,7567E-04
19	0	+1			3,43E-01	3,05E-01	3,39E-01	3,29E-01	3,29E-01	2,9067E-04	3,1687E-01	1,4704E-04
20	0	-1			6,11E-01	5,9E-01	6,41E-01	6,14E-01	6,14E-01	4,38E-04	6,2762E-01	1,8545E-04
21	0		+1		4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
22	0		-1		4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
23	0			+1	5,8E-01	6,45E-01	6,67E-01	6,31E-01	6,3075E-01	1,3643E-03	6,4568E-01	2,2301E-04
24	0	0	0	-1	2,35E-01	2,23E-01	2,2E-01	2,26E-01	2,26E-01	4,2E-05	2,0466E-01	4,5556E-04
25	0	0	0	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06

Gmax=1,3845E-01 Gtabl=5E-02

Не проходит по критерию Кохрена

Fras=3,4636E-01 Ftabl=2,09E+00

Таблица 21

Результаты статистического анализа данных наблюдений (фрагмент)

$$\text{ЭФР} = 0,8 * \left(\frac{\text{ОП}}{\text{ОА} + \text{ВА}} - \text{ССП} \right) * \frac{\text{ЗК}}{\text{СК}}$$

65

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt

Файл Параметры Обработка Сервис Выход

N	X-1-1-ОА	X-2-2-ВА	X-3-9-СК	X-4-6-ОП	ОП-У1-2-ЭФР 1	ОП-У1-2-ЭФР 2	ОП-У1-2-ЭФР 3	ОП-У1-2-ЭФР 4	ОП-У1-2-ЭФР среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-2-ЭФР расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,28E-01	3,93E-01	3,74E-01	3,98E-01	3,9825E-01	5,0025E-04	3,9637E-01	3,5341E-06
2	-1	1	1	1	6,07E-01	5,2E-01	5,11E-01	5,46E-01	5,46E-01	1,874E-03	5,8394E-01	1,4396E-03
3	1	-1	1	1	5,92E-01	6,52E-01	5,53E-01	5,99E-01	5,99E-01	1,658E-03	6,332E-01	1,1695E-03
4	-1	-1	1	1	9,96E-01	1,092E+00	9,12E-01	1E+00	1E+00	5,408E-03	9,2977E-01	4,9323E-03
5	1	1	-1	1	1,65E-01	1,42E-01	1,45E-01	1,51E-01	1,5075E-01	1,0425E-04	1,1663E-01	1,1643E-03
6	-1	1	-1	1	2,34E-01	1,88E-01	1,98E-01	2,07E-01	2,0675E-01	3,9025E-04	1,977E-01	8,1924E-05
7	1	-1	-1	1	2,28E-01	2,35E-01	2,14E-01	2,26E-01	2,2575E-01	7,625E-05	2,2571E-01	1,9668E-09
8	-1	-1	-1	1	3,84E-01	3,94E-01	3,54E-01	3,77E-01	3,7725E-01	2,8892E-04	4,1578E-01	1,4843E-03
9	1	1	1	-1	1,03E-01	9E-02	1,01E-01	9,8E-02	9,8E-02	3,2667E-05	7,107E-02	7,2523E-04
10	-1	1	1	-1	1,47E-01	1,19E-01	1,39E-01	1,35E-01	1,35E-01	1,3867E-04	1,1702E-01	3,2342E-04
11	1	-1	1	-1	1,44E-01	1,5E-01	1,5E-01	1,48E-01	1,48E-01	8E-06	1,3902E-01	8,0586E-05
12	-1	-1	1	-1	2,43E-01	2,53E-01	2,49E-01	2,48E-01	2,4825E-01	1,6917E-05	2,9397E-01	2,0903E-03
13	1	1	-1	-1	4E-02	3,2E-02	3,9E-02	3,7E-02	3,7E-02	1,2667E-05	8,9202E-02	2,7251E-03
14	-1	1	-1	-1	5,7E-02	4,3E-02	5,4E-02	5,1E-02	5,125E-02	3,625E-05	2,8649E-02	5,1083E-04
15	1	-1	-1	-1	5,5E-02	5,4E-02	5,8E-02	5,6E-02	5,575E-02	2,9167E-06	2,9405E-02	6,9404E-04
16	-1	-1	-1	-1	9,4E-02	9,1E-02	9,7E-02	9,4E-02	9,4E-02	6E-06	7,7852E-02	2,6077E-04
17	1,414	0	0	0	2,3E-01	2,21E-01	2,13E-01	2,21E-01	2,2125E-01	4,825E-05	2,2119E-01	3,3172E-09
18	-1,414	0	0	0	4,2E-01	3,71E-01	3,69E-01	3,87E-01	3,8675E-01	5,5625E-04	3,8806E-01	1,708E-06
19	0	1,414	0	0	2,34E-01	1,96E-01	2,04E-01	2,11E-01	2,1125E-01	2,6758E-04	2,1863E-01	5,4522E-05
20	0	-1,414	0	0	4,1E-01	4,71E-01	4E-01	4,27E-01	4,27E-01	9,8467E-04	4,2086E-01	3,7723E-05
21	0	0	1,414	0	3,93E-01	3,79E-01	3,56E-01	3,76E-01	3,76E-01	2,3267E-04	3,7331E-01	7,2253E-06
22	0	0	-1,414	0	1,8E-02	2E-02	1,8E-02	1,9E-02	1,875E-02	9,1667E-07	2,2739E-02	1,5911E-05
23	0	0	0	1,414	5,54E-01	5,22E-01	4,89E-01	5,22E-01	5,2175E-01	7,0425E-04	5,1368E-01	6,5088E-05
24	0	0	0	-1,414	4,1E-02	3,2E-02	5,1E-02	4,1E-02	4,125E-02	6,025E-05	4,4782E-02	1,2474E-05
25	0	0	0	0	2,98E-01	2,77E-01	2,7E-01	2,82E-01	2,8175E-01	1,4158E-04	2,7923E-01	6,3399E-06

Gmax=3,991E-01 Gtbl=5E-02
 Не проходит по критерию Кохрена
 Fmax=3E+00 Ftbl=2,22E+00

Ортогональный
 Рототабельный
 Выходной файл
 Уравнение

Результаты статистического анализа данных наблюдений (фрагмент)

$$ROE = \left(\frac{ЧП}{СК} \right)$$

99

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt													
Файл Параметры Обработка Сервис Выход													
N	X-1-1-0A	X-2-2-BA	X-3-9-CK	X-4-6-OP	ОП-У1-3-ROE 1	ОП-У1-3-ROE 2	ОП-У1-3-ROE 3	ОП-У1-3-ROE 4	ОП-У1-3-ROE среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-3-ROE расчетное	Дисперсия адекватн.	<input type="radio"/> Ортогональный <input type="radio"/> Рототабельный <input checked="" type="radio"/> Выходной файл <input type="radio"/> Уравнение
1	1	1	1	1	4,65E-01	4,82E-01	4,77E-01	4,75E-01	4,7475E-01	5,0917E-05	4,7834E-01	1,2859E-05	
2	-1	1	1	1	4,65E-01	4,82E-01	4,77E-01	4,75E-01	4,7475E-01	5,0917E-05	4,7834E-01	1,2859E-05	
3	1	-1	1	1	4,65E-01	4,82E-01	4,77E-01	4,75E-01	4,7475E-01	5,0917E-05	4,7834E-01	1,2859E-05	
4	-1	-1	1	1	4,65E-01	4,82E-01	4,77E-01	4,75E-01	4,7475E-01	5,0917E-05	4,7834E-01	1,2859E-05	
5	1	1	-1	1	9,6E-01	9,05E-01	9,85E-01	9,5E-01	9,5E-01	1,1167E-03	9,6513E-01	2,2902E-04	
6	-1	1	-1	1	9,6E-01	9,05E-01	9,85E-01	9,5E-01	9,5E-01	1,1167E-03	9,6513E-01	2,2902E-04	
7	1	-1	-1	1	9,6E-01	9,05E-01	9,85E-01	9,5E-01	9,5E-01	1,1167E-03	9,6513E-01	2,2902E-04	
8	-1	-1	-1	1	9,6E-01	9,05E-01	9,85E-01	9,5E-01	9,5E-01	1,1167E-03	9,6513E-01	2,2902E-04	
9	1	1	1	-1	3,12E-01	3,3E-01	3,08E-01	3,17E-01	3,1675E-01	9,1583E-05	3,2565E-01	7,9198E-05	
10	-1	1	1	-1	3,12E-01	3,3E-01	3,08E-01	3,17E-01	3,1675E-01	9,1583E-05	3,2565E-01	7,9198E-05	
11	1	-1	1	-1	3,12E-01	3,3E-01	3,08E-01	3,17E-01	3,1675E-01	9,1583E-05	3,2565E-01	7,9198E-05	
12	-1	-1	1	-1	3,12E-01	3,3E-01	3,08E-01	3,17E-01	3,1675E-01	9,1583E-05	3,2565E-01	7,9198E-05	
13	1	1	-1	-1	6,43E-01	6,2E-01	6,36E-01	6,33E-01	6,33E-01	9,2667E-05	6,5345E-01	4,1807E-04	
14	-1	1	-1	-1	6,43E-01	6,2E-01	6,36E-01	6,33E-01	6,33E-01	9,2667E-05	6,5345E-01	4,1807E-04	
15	1	-1	-1	-1	6,43E-01	6,2E-01	6,36E-01	6,33E-01	6,33E-01	9,2667E-05	6,5345E-01	4,1807E-04	
16	-1	-1	-1	-1	6,43E-01	6,2E-01	6,36E-01	6,33E-01	6,33E-01	9,2667E-05	6,5345E-01	4,1807E-04	
17	1,414	0	0	0	5,23E-01	5,3E-01	5,29E-01	5,27E-01	5,2725E-01	9,5833E-06	5,3347E-01	3,8655E-05	
18	-1,414	0	0	0	5,23E-01	5,3E-01	5,29E-01	5,27E-01	5,2725E-01	9,5833E-06	5,3347E-01	3,8655E-05	
19	0	1,414	0	0	5,23E-01	5,3E-01	5,29E-01	5,27E-01	5,2725E-01	9,5833E-06	5,3347E-01	3,8655E-05	
20	0	-1,414	0	0	5,23E-01	5,3E-01	5,29E-01	5,27E-01	5,2725E-01	9,5833E-06	5,3347E-01	3,8655E-05	
21	0	0	1,414	0	3,51E-01	3,7E-01	3,55E-01	3,59E-01	3,5875E-01	6,6917E-05	3,8981E-01	9,6487E-04	
22	0	0	-1,414	0	1,029E+00	9,31E-01	1,04E+00	1E+00	1E+00	2,4007E-03	9,6573E-01	1,1744E-03	
23	0	0	0	1,414	6,7E-01	6,7E-01	6,9E-01	6,76E-01	6,765E-01	8,9E-05	6,9762E-01	4,4619E-04	
24	0	0	0	-1,414	3,77E-01	3,9E-01	3,68E-01	3,78E-01	3,7825E-01	8,1583E-05	3,6931E-01	7,9898E-05	
25	0	0	0	0	5,23E-01	5,3E-01	5,29E-01	5,27E-01	5,2725E-01	9,5833E-06	5,3347E-01	3,8655E-05	

Gmax=2,9662E-01 Gtabl=5E-02
 Не проходит по критерию Кохрена
 Fras=8,9813E-01 Ftabl=2,02E+00

Результаты статистического анализа данных наблюдений

$$K_{ЭМндж} = \frac{Z_3}{Z_{Эн}}$$

67

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt

Файл Параметры Обработка Сервис Выход

N	X-1-1-ОА	X-2-2-ВА	X-3-9-СК	X-4-6-ОП	ОП-У1-4-КЭМ 1	ОП-У1-4-КЭМ 2	ОП-У1-4-КЭМ 3	ОП-У1-4-КЭМ 4	ОП-У1-4-КЭМ среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-4-КЭМ расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	3,5364E-01	8,7863E-04
2	-1	1	1	1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	3,5364E-01	8,7863E-04
3	1	-1	1	1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	3,5364E-01	8,7863E-04
4	-1	-1	1	1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	3,5364E-01	8,7863E-04
5	1	1	-1	1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	9,3993E-01	4,7023E-04
6	-1	1	-1	1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	9,3993E-01	4,7023E-04
7	1	-1	-1	1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	9,3993E-01	4,7023E-04
8	-1	-1	-1	1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	9,3993E-01	4,7023E-04
9	1	1	1	-1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	2,8983E-01	1,1675E-03
10	-1	1	1	-1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	2,8983E-01	1,1675E-03
11	1	-1	1	-1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	2,8983E-01	1,1675E-03
12	-1	-1	1	-1	3,67E-01	2,74E-01	3,31E-01	3,24E-01	3,24E-01	1,466E-03	2,8983E-01	1,1675E-03
13	1	1	-1	-1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	8,7612E-01	1,7746E-03
14	-1	1	-1	-1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	8,7612E-01	1,7746E-03
15	1	-1	-1	-1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	8,7612E-01	1,7746E-03
16	-1	-1	-1	-1	9,28E-01	8,44E-01	9,83E-01	9,18E-01	9,1825E-01	3,2669E-03	8,7612E-01	1,7746E-03
17	1,414	0	0	0	3,5E-01	2,8E-01	3,27E-01	3,19E-01	3,19E-01	8,4867E-04	3,4414E-01	6,3189E-04
18	-1,414	0	0	0	3,5E-01	2,8E-01	3,27E-01	3,19E-01	3,19E-01	8,4867E-04	3,4414E-01	6,3189E-04
19	0	1,414	0	0	3,5E-01	2,8E-01	3,27E-01	3,19E-01	3,19E-01	8,4867E-04	3,4414E-01	6,3189E-04
20	0	-1,414	0	0	3,5E-01	2,8E-01	3,27E-01	3,19E-01	3,19E-01	8,4867E-04	3,4414E-01	6,3189E-04
21	0	0	1,414	0	2,17E-01	2,4E-01	1,92E-01	2,16E-01	2,1625E-01	3,8425E-04	2,1881E-01	6,5451E-06
22	0	0	-1,414	0	9,05E-01	1,003E+00	1,093E+00	1E+00	1,0002E+00	5,8942E-03	1,0478E+00	2,2635E-03
23	0	0	0	1,414	5,98E-01	4,69E-01	5,66E-01	5,44E-01	5,4425E-01	3,0083E-03	3,8888E-01	2,4141E-02
24	0	0	0	-1,414	1,01E-01	9,1E-02	8,7E-02	9,3E-02	9,3E-02	3,4667E-05	2,9865E-01	4,2291E-02
25	0	0	0	0	3,5E-01	2,8E-01	3,27E-01	3,19E-01	3,19E-01	8,4867E-04	2,1791E-01	1,0218E-02

Gmax=1,1461E-01 Gtabl=5E-02
 Не проходит по критерию Кохрена
 Fmax=2,6632E+00 Ftabl=2,02E+00

Ортогональный
 Рототабельный
 Выходной файл
 Уравнение

Результаты статистического анализа данных наблюдений

$$K_{ЭнПр} = \frac{ОП * ЭП_{баз}}{V_{потр}^{год}}$$

88

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt

Файл Параметры Обработка Сервис Выход

Не проходит по критерию Фишера

N	X-1-1-ОА	X-2-2-ВА	X-3-9-СК	X-4-6-ОП	ОП-У7-19-КЭ 1	ОП-У7-19-КЭ 2	ОП-У7-19-КЭ 3	ОП-У7-19-КЭ 4	ОП-У7-19-КЭ среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У7-19-КЭ расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,11E-01	4,56E-01	3,72E-01	4,13E-01	4,13E-01	1,178E-03	3,8213E-01	9,5288E-04
2	-1	1	1	1	4,11E-01	4,56E-01	3,72E-01	4,13E-01	4,13E-01	1,178E-03	4,995E-01	7,4823E-03
3	1	-1	1	1	2,08E-01	2,28E-01	1,84E-01	2,07E-01	2,0675E-01	3,2358E-04	1,6295E-01	1,9185E-03
4	-1	-1	1	1	2,08E-01	2,28E-01	1,84E-01	2,07E-01	2,0675E-01	3,2358E-04	2,8032E-01	5,4124E-03
5	1	1	-1	1	4,11E-01	4,56E-01	3,72E-01	4,13E-01	4,13E-01	1,178E-03	3,8213E-01	9,5288E-04
6	-1	1	-1	1	4,11E-01	4,56E-01	3,72E-01	4,13E-01	4,13E-01	1,178E-03	4,995E-01	7,4823E-03
7	1	-1	-1	1	2,08E-01	2,28E-01	1,84E-01	2,07E-01	2,0675E-01	3,2358E-04	1,6295E-01	1,9185E-03
8	-1	-1	-1	1	2,08E-01	2,28E-01	1,84E-01	2,07E-01	2,0675E-01	3,2358E-04	2,8032E-01	5,4124E-03
9	1	1	1	-1	1,01E-01	1,06E-01	1,02E-01	1,03E-01	1,03E-01	4,6667E-06	4,887E-02	2,93E-03
10	-1	1	1	-1	1,01E-01	1,06E-01	1,02E-01	1,03E-01	1,03E-01	4,6667E-06	1,6624E-01	3,9992E-03
11	1	-1	1	-1	5,1E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,2E-02	5,175E-02	9,1667E-07	-1,5311E-02	4,4972E-03
12	-1	-1	1	-1	5,1E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,2E-02	5,175E-02	9,1667E-07	1,0206E-01	2,5309E-03
13	1	1	-1	-1	1,01E-01	1,06E-01	1,02E-01	1,03E-01	1,03E-01	4,6667E-06	4,887E-02	2,93E-03
14	-1	1	-1	-1	1,01E-01	1,06E-01	1,02E-01	1,03E-01	1,03E-01	4,6667E-06	1,6624E-01	3,9992E-03
15	1	-1	-1	-1	5,1E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,2E-02	5,175E-02	9,1667E-07	-1,5311E-02	4,4972E-03
16	-1	-1	-1	-1	5,1E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,2E-02	5,175E-02	9,1667E-07	1,0206E-01	2,5309E-03
17	1,414	0	0	0	1,69E-01	1,85E-01	1,56E-01	1,7E-01	1,7E-01	1,4067E-04	4,6299E-01	8,5842E-02
18	-1,414	0	0	0	1,053E+00	1,123E+00	8,24E-01	1E+00	1E+00	1,6305E-02	6,2895E-01	1,3768E-01
19	0	1,414	0	0	4,26E-01	4,68E-01	3,88E-01	4,27E-01	4,2725E-01	1,0676E-03	3,5171E-01	5,7065E-03
20	0	-1,414	0	0	1,56E-01	1,68E-01	1,37E-01	1,54E-01	1,5375E-01	1,6292E-04	1,5137E-01	5,6608E-06
21	0	0	1,414	0	2,91E-01	3,18E-01	2,63E-01	2,9E-01	2,905E-01	5,0433E-04	2,5154E-01	1,5179E-03
22	0	0	-1,414	0	2,91E-01	3,18E-01	2,63E-01	2,9E-01	2,905E-01	5,0433E-04	2,5154E-01	1,5179E-03
23	0	0	0	1,414	5,4E-01	5,97E-01	4,74E-01	5,37E-01	5,37E-01	2,526E-03	4,3224E-01	1,0975E-02
24	0	0	0	-1,414	4,2E-02	3,8E-02	5,1E-02	4,4E-02	4,375E-02	2,9583E-05	7,0592E-02	7,2047E-04
25	0	0	0	0	2,91E-01	3,18E-01	2,63E-01	2,9E-01	2,905E-01	5,0433E-04	4,4681E-01	2,4434E-02

Gmax=5,8707E-01 Gtabl=5E-02
 Не проходит по критерию Кохрена
 Fras=1,8444E+01 Ftabl=2,09E+00

Ортогональный
 Рототабельный
 Выходной файл
 Уравнение

Обработка результатов. По данным табл. 19 (табл-матрица) произведено обработка результатов по программе *PLAN Ex на ЭВМ* получены математические модели. Статистическая оценка и критерии приведены в табл. 20...24. Графические интерпретации в виде трёхмерных поверхностей отклика и номограмм представлены на рис. 8, 9.

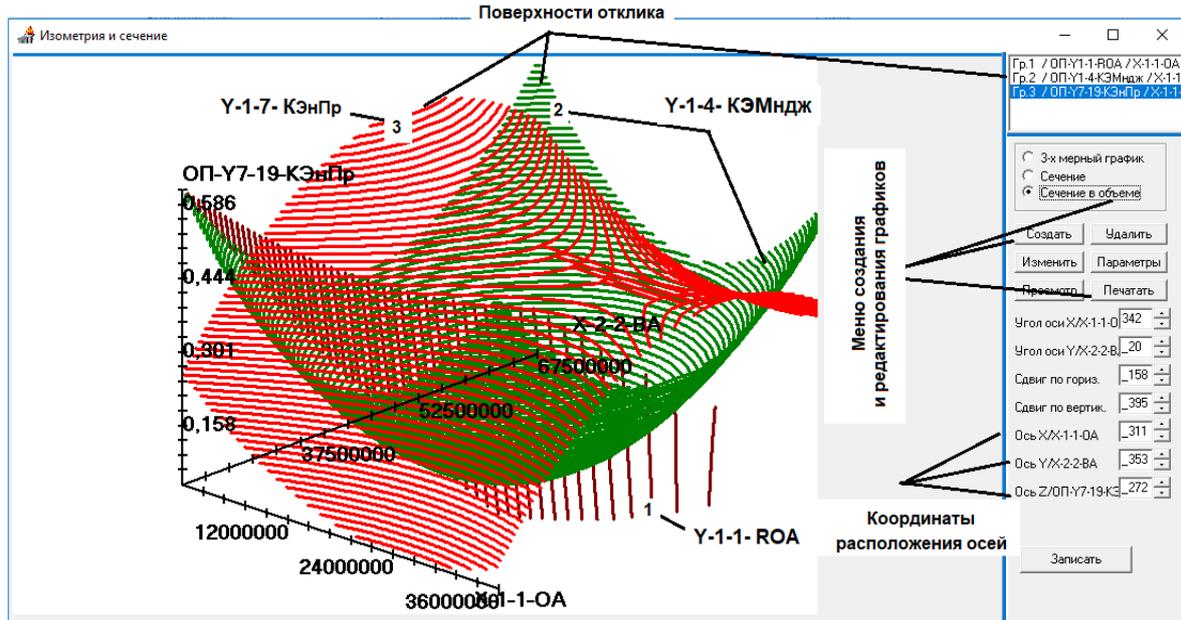


Рис. 8. Трёхмерный вид (изометрия) графической интерпретации моделей (фрагмент при $X-3-9=4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб. и $X-4-6=2,1 \cdot 10^8$ тыс.руб.): 1 – Y-1-1 – коэффициент рентабельности активов (Returnonassets – ROA); 2 – Y-1-4-КЭМндж – коэффициент эффективности энергетического менеджмента; 3 – Y-7-19-КЭнПр – коэффициент энергетической производительности

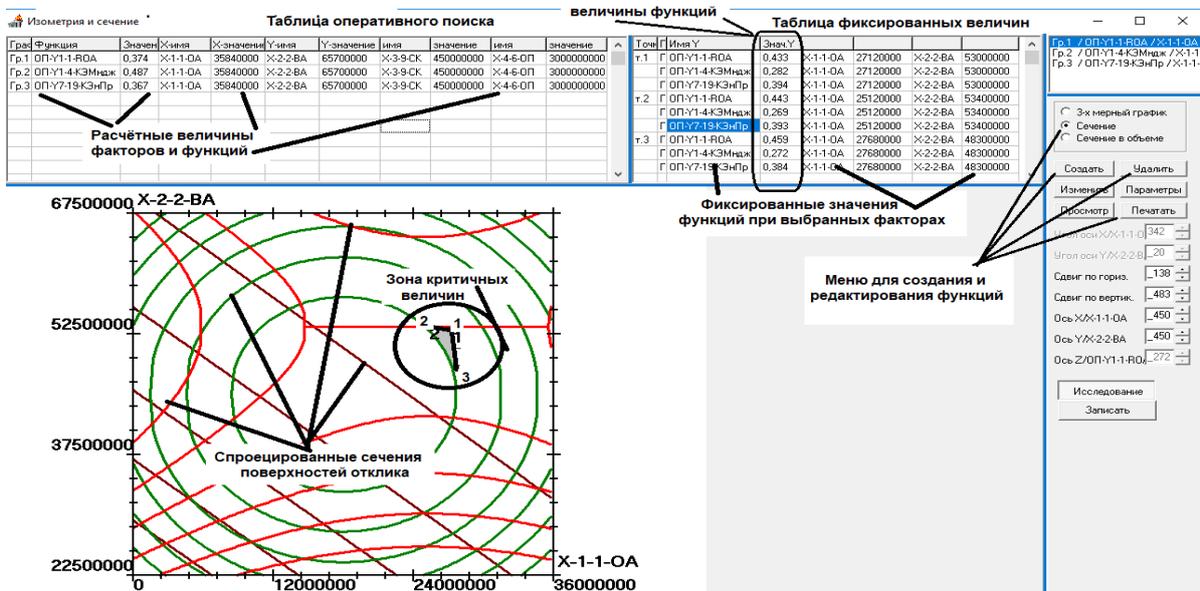


Рис. 9. Номограмма оптимизации при фиксированных величинах факторов: $X-3-9-СК=4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб. и $X-4-6-ОП=2,96 \dots 3,0 \cdot 10^8$ тыс.руб. т.т.1...3 – зона критичных величин: критичный показатель – Y-1-4-КЭМндж = 0,279...0,283 при рекомендованных величинах факторов $X-4-6 ОП=2,96E+09 \dots 2,906E+09$ тыс.руб. и $X-3-9-СК=5,97E+08 \dots 5,90E+08$ тыс.руб.

Соответствующие показатели оптимизации следующие (рис.9): номограмма построена в координатах X-1-1-ОА...X-2-2-ВА при фиксированных величинах факторов X-3-9-СК=4,5·10⁸ и X-4-6-ОП=2,96...3,0·10⁸ тыс.руб. При таких условиях, на номограмме определён прогнозируемый вариант будущего периода для максимальных величин в относительных величинах – зона на номограмме (т. 1...3). Отмечено, что вариант прогнозируемых рекомендаций будет эффективен при критичной величине показателя как наименьшей величины из всех исследуемых параметров ОП- Y-1-4-КЭМндж=0,279...0,283. Данный показатель характеризует экономическую эффективность деятельности менеджмента. Для представленного варианта анализа четыре других показателя соответственно, будут равны: ОП-У1-1-ROA=0,458...0,421; ОП-У1-2-ЭФР=0,469...0,431; ОП-У1-3-ROE=0,478...0,485; ОП-У7-19-КЭнПр=0,380 0,406, что больше критичной величины показателя.

Обращение к программе «Plan.ex. Вход в программный комплекс PlanEx.

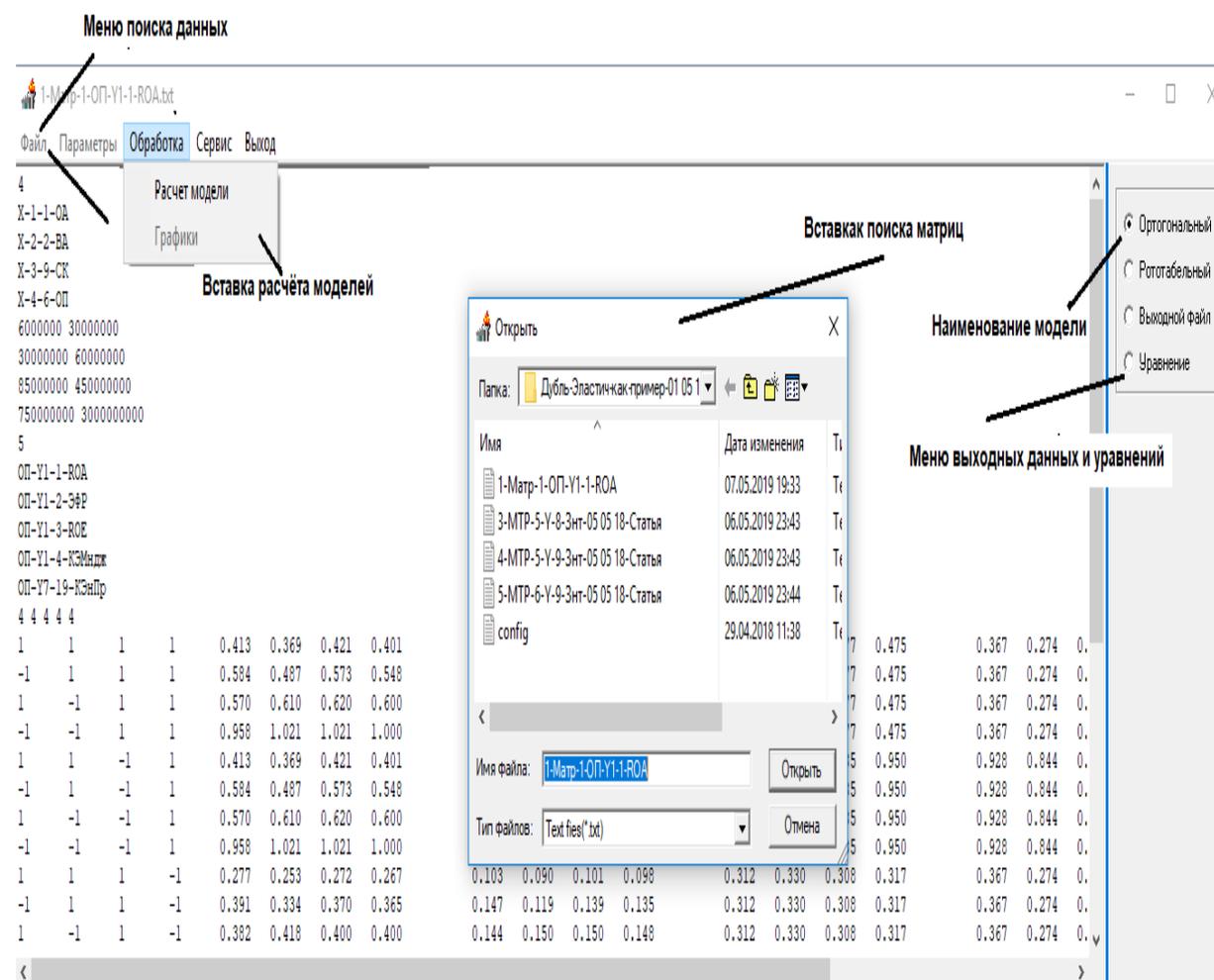
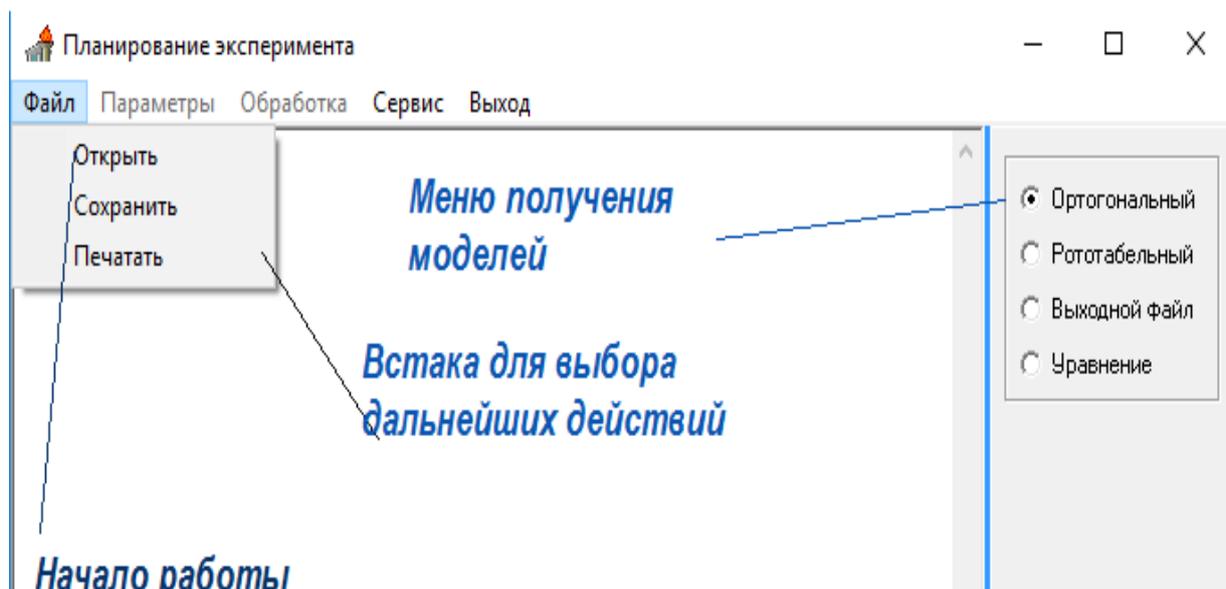
Приведенное решение получается при обращении к программе Plan.exe – таблица, составленная по правилам сочетания всех факторов (см. табл. 17), встречающихся один раз будет иметь вид табл. 25.

Таблица 25

1. Матрица для получения математических моделей (фрагмент)

Кодированные значения факторов		Величины параллельных наблюдений																		
1	1	1	1	0,413	0,369	0,421	0,401	0,428	0,393	0,374	0,398	0,465	0,482	0,477	0,475	0,367	0,274	0,331	0,324	0,411
-1	1	1	1	0,584	0,487	0,573	0,548	0,607	0,520	0,511	0,546	0,465	0,482	0,477	0,475	0,367	0,274	0,331	0,324	0,411
1	-1	1	1	0,570	0,610	0,620	0,600	0,592	0,652	0,553	0,599	0,465	0,482	0,477	0,475	0,367	0,274	0,331	0,324	0,209
-1	-1	1	1	0,958	1,021	1,021	1,000	0,996	1,092	0,912	1,000	0,465	0,482	0,477	0,475	0,367	0,274	0,331	0,324	0,209
1	1	-1	1	0,413	0,369	0,421	0,401	0,165	0,142	0,145	0,151	0,960	0,905	0,985	0,960	0,928	0,844	0,983	0,918	0,411
-1	1	-1	1	0,584	0,487	0,573	0,548	0,234	0,188	0,198	0,207	0,960	0,905	0,985	0,950	0,928	0,844	0,983	0,918	0,411
1	-1	-1	1	0,570	0,610	0,620	0,600	0,228	0,235	0,214	0,226	0,960	0,905	0,985	0,950	0,928	0,844	0,983	0,918	0,209
-1	-1	-1	1	0,958	1,021	1,021	1,000	0,384	0,394	0,354	0,377	0,960	0,905	0,985	0,950	0,928	0,844	0,983	0,918	0,209
1	1	1	-1	0,277	0,253	0,272	0,267	0,103	0,090	0,101	0,098	0,312	0,330	0,308	0,317	0,367	0,274	0,331	0,324	0,101
-1	1	1	-1	0,391	0,334	0,370	0,365	0,147	0,119	0,139	0,135	0,312	0,330	0,308	0,317	0,367	0,274	0,331	0,324	0,101
1	-1	1	-1	0,382	0,418	0,400	0,400	0,144	0,150	0,150	0,148	0,312	0,330	0,308	0,317	0,367	0,274	0,331	0,324	0,051
-1	-1	1	-1	0,642	0,700	0,659	0,667	0,243	0,253	0,249	0,248	0,312	0,330	0,308	0,317	0,367	0,274	0,331	0,324	0,051
1	1	-1	-1	0,277	0,253	0,272	0,267	0,040	0,032	0,039	0,037	0,643	0,620	0,636	0,633	0,928	0,844	0,983	0,918	0,101
-1	1	-1	-1	0,391	0,334	0,370	0,365	0,057	0,043	0,054	0,051	0,643	0,620	0,636	0,633	0,928	0,844	0,983	0,918	0,101
1	-1	-1	-1	0,382	0,418	0,400	0,400	0,055	0,054	0,058	0,056	0,643	0,620	0,636	0,633	0,928	0,844	0,983	0,918	0,051
-1	-1	-1	-1	0,642	0,700	0,659	0,667	0,094	0,091	0,097	0,094	0,643	0,620	0,636	0,633	0,928	0,844	0,983	0,918	0,051
1	0	0	0	0,374	0,365	0,387	0,375	0,230	0,221	0,213	0,221	0,523	0,530	0,529	0,527	0,350	0,280	0,327	0,319	0,169
-1	0	0	0	0,678	0,611	0,668	0,653	0,420	0,371	0,369	0,387	0,523	0,530	0,529	0,527	0,350	0,280	0,327	0,319	1,053
0	1	0	0	0,379	0,324	0,371	0,358	0,234	0,196	0,204	0,211	0,523	0,530	0,529	0,527	0,350	0,280	0,327	0,319	0,426
0	-1	0	0	0,662	0,775	0,723	0,720	0,410	0,471	0,400	0,427	0,523	0,530	0,529	0,527	0,350	0,280	0,327	0,319	0,156
0	0	1	0	0,482	0,457	0,490	0,476	0,393	0,379	0,356	0,376	0,351	0,370	0,355	0,359	0,217	0,240	0,192	0,216	0,291
0	0	-1	0	0,482	0,457	0,490	0,476	0,018	0,020	0,018	0,019	-1,029	0,931	1,040	1,000	0,905	1,003	1,093	1,000	0,291
0	0	0	1	0,616	0,577	0,640	0,611	0,554	0,522	0,489	0,522	0,670	0,670	0,690	0,676	0,598	0,469	0,566	0,544	0,540
0	0	0	-1	0,347	0,336	0,341	0,341	0,041	0,032	0,051	0,041	0,377	0,390	0,368	0,378	0,101	0,091	0,087	0,093	0,042
0	0	0	0	0,482	0,457	0,490	0,476	0,298	0,277	0,270	0,282	0,523	0,530	0,529	0,527	0,350	0,280	0,327	0,319	0,291
			Max	0,958	1,021	1,021	1,000	0,996	1,092	0,912	1,000	1,029	0,931	1,040	1,000	0,928	1,003	1,093	1,000	1,053
			min	0,277	0,253	0,272	0,267	0,018	0,020	0,018	0,019	0,312	0,330	0,308	0,317	0,101	0,091	0,087	0,093	0,042

2. Обращение к программе PlanEx. Меню поиска исходных данных и продолжение работы.



Полученные уравнения (см. п.б)

Y-1-1. Коэффициент рентабельности активов. (Returnonassets – ROA)
ОП-Y1-1-ROA=4,2517E-01-1,1051E-01*X-1-1-ОА.тыс.руб-1,0988E-01*X-
2-2-ВА.тыс.руб+1,5595E-01*X-4-6-ОП.тыс.руб+2,3795E-02*X-1-1-
ОА.тыс.руб^2+2,3545E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб^2+4,8031E-02*X-1-1-
ОА.тыс.руб*X-2-2-ВА.тыс.руб-3,7656E-02 *X-1-1-ОА.тыс.руб*X-4-6-
ОП.тыс.руб-3,7469E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб*X-4-6-ОП.тыс.руб

Y-1-2. ЭФР – эффект финансового рычага (финансовый леввередж)
ОП-Y1-2-ЭФР = 2,9437E-01-6,8989E-02*X-1-1-ОА.тыс.руб-6,8498E-02*X-
2-2-ВА.тыс.руб+1,2447E-01*X-3-9-СК.тыс.руб+1,5671E-01*X-4-6-
ОП.тыс.руб+1,7144E-02*X-1-1-ОА.тыс.руб^2+1,6769E-02*X-2-2-
ВА.тыс.руб^2-4,0797E-02*X-3-9-СК.тыс.руб^2+2,9203E-02*X-1-1-
ОА.тыс.руб*X-2-2-ВА.тыс.руб-2,9266E-02*X-1-1-ОА.тыс.руб*X-3-9-
СК.тыс.руб-2,9078E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб*X-3-9-СК.тыс.руб-3,6922E-
02*X-1-1-ОА.тыс.руб*X-4-6-ОП.тыс.руб-3,6672E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб*X-
4-6-ОП.тыс.руб+6,6672E-02*X-3-9-СК.тыс.руб*X-4-6-ОП.тыс.руб

Y-1-3. ROE – коэффициент рентабельности собственного капитала
(СК)
ОП-Y1-3-ROE = 5,0527E-01-1,9306E-01*X-3-9-СК.тыс.руб+1,8334E-01*X-
4-6-ОП.тыс.руб+6,8548E-02*X-3-9-СК.тыс.руб^2-6,2938E-02*X-3-9-
СК.тыс.руб*X-4-6-ОП.тыс.руб

Y-1-4. $K_{ЭМндж}$ – коэффициент эффективности энергетического ме-
неджмента
ОП-Y1-4- $K_{ЭМндж}$ = 2,2145E-01-2,2887E-01*X-3-9-СК.тыс.руб+5,3523E-
02*X-4-6-ОП.тыс.руб+1,12E-01*X-1-1-ОА.тыс.руб^2+1,12E-01*X-2-2-
ВА.тыс.руб^2+1,8307E-01*X-3-9-СК.тыс.руб^2+1,1225E-01*X-4-6-
ОП.тыс.руб^2

Y-1-5. $K_{ЭнПр}$ – коэф. энергетической производительности
ОП-Y-1-5- $K_{ЭнПр}$ = 6,5139E-01-4,5321E-02*X-1-1-ОА.тыс.руб+1,2867E-
01*X-2-2-ВА.тыс.руб+1,2201E-02*X-3-9-СК.тыс.руб+2,1549E-01*X-4-6-
ОП.тыс.руб-7,6937E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб^2-7,6937E-02*X-3-9-
СК.тыс.руб^2-7,6875E-02*X-4-6-ОП.тыс.руб^2-1,525E-02*X-2-2-
ВА.тыс.руб*X-3-9-СК.тыс.руб+8,6312E-02*X-2-2-ВА.тыс.руб*X-4-6-
ОП.тыс.руб-1,525E-02*X-3-9-СК.тыс.руб*X-4-6-ОП.тыс.руб

7. Проверка однородности выборки и адекватности моделей. Результаты статистического анализа данных наблюдений получения модели (фрагмент)

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt

Расчётные данные показателей статистики

Файл Параметры Обработка Сервис Выход

N	X-1-1-ОА. тыс. руб	X-2-2-ВА. тыс. руб	X-3-9-СК. тыс. руб	X-4-6-ОП. тыс. руб	ОП-У1-1-ROA 1	ОП-У1-1-ROA 2	ОП-У1-1-ROA 3	ОП-У1-1-ROA 4	ОП-У1-1-ROA среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-1-ROA расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,1E-01	3,7E-01	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
2	-1	1	1	1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
3	1	-1	1	1	5,69E-01	5,11E-01	6,03E-01	6,01E-01	5,71E-01	1,8427E-03	5,7962E-01	7,4218E-05
4	-1	-1	1	1	1,015E+00	9,23E-01	1,161E+00	9E-01	9,9975E-01	1,4025E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
5	1	1	-1	1	4,1E-01	3,7E-01	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
6	-1	1	-1	1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
7	1	-1	-1	1	5,69E-01	5,41E-01	6,03E-01	5,71E-01	5,71E-01	6,4267E-04	5,7962E-01	7,4218E-05
8	-1	-1	-1	1	1,115E+00	9,23E-01	1,061E+00	9E-01	9,9975E-01	1,0958E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
9	1	1	1	-1	2,07E-01	1,93E-01	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
10	-1	1	1	-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
11	1	-1	1	-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
12	-1	-1	1	-1	5,12E-01	4,82E-01	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-04
13	1	1	-1	-1	2,07E-01	1,93E-01	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
14	-1	1	1	-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
15	1	-1	-1	-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
16	-1	-1	1	-1	5,12E-01	4,82E-01	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-04
17	1,414	0	0	0	3,33E-01	3,12E-01	3,4E-01	3,28E-01	3,2825E-01	1,4158E-04	3,1649E-01	1,3835E-04
18	-1,414	0	0	0	6,46E-01	5,63E-01	6,38E-01	6,16E-01	6,1575E-01	1,3976E-03	6,29E-01	1,7567E-04
19	0	1,414	0	0	3,43E-01	3,05E-01	3,39E-01	3,29E-01	3,29E-01	2,9067E-04	3,1687E-01	1,4704E-04
20	0	-1,414	0	0	6,11E-01	5,9E-01	6,41E-01	6,14E-01	6,14E-01	4,38E-04	6,2762E-01	1,8545E-04
21	0	0	1,414	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
22	0	0	-1,414	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
23	0	0	0	1,414	6,45E-01	5,8E-01	6,67E-01	6,31E-01	6,3075E-01	1,3643E-03	6,4568E-01	2,2301E-04
24	0	0	0	-1,414	2,35E-01	2,23E-01	2,2E-01	2,26E-01	2,26E-01	4,2E-05	2,0466E-01	4,5556E-04
25	0	0	0	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06

Сmax=3,7813E-01 Gtab1=5E-02
Не проходит по критерию Кохрена
Fmax=2,5385E-01 Ftab1=2,09E+00

Оценка данных по критериям статистики

Меню "Оценка выходных файлов"

Ортогональный
Ротационный
Выходной файл
Уравнение

N	X-1-1-ОА. тыс. руб	X-2-2-ВА. тыс. руб	X-3-9-СК. тыс. руб	X-4-6-ОП. тыс. руб	ОП-У1-2-94P 1	ОП-У1-2-94P 2	ОП-У1-2-94P 3	ОП-У1-2-94P 4	ОП-У1-2-94P среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-2-94P расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,15E-01	3,68E-01	4,17E-01	4E-01	4E-01	5,1267E-04	3,9512E-01	2,3936E-05
2	-1	1	1	1	6,08E-01	5,13E-01	5,96E-01	5,73E-01	5,725E-01	1,7843E-03	6,0706E-01	1,1947E-03
3	1	-1	1	1	5,75E-01	5,38E-01	5,99E-01	5,71E-01	5,7075E-01	6,2958E-04	6,0521E-01	1,1873E-03
4	-1	-1	1	1	1,127E+00	9,19E-01	1,055E+00	9E-01	1,0003E+00	1,1905E-02	9,3397E-01	4,3936E-03

8. Проверка однородности выборки и адекватности моделей. Результаты статистического анализа данных наблюдений получения модели (фрагмент)

1-Матр-1-ОП-У1-1-ROA.txt

Файл Параметры Обработка Сервис Выход

N	X-1-1-ОА. тыс. руб	X-2-2-ВА. тыс. руб	X-3-9-СК. тыс. руб	X-4-6-ОП. тыс. руб	ОП-У1-1-ROA 1	ОП-У1-1-ROA 2	ОП-У1-1-ROA 3	ОП-У1-1-ROA 4	ОП-У1-1-ROA среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-1-ROA расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,1E-01	3,7E-01	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
2	-1	1	1	1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
3	1	-1	1	1	5,69E-01	5,11E-01	6,03E-01	6,01E-01	5,71E-01	1,8427E-03	5,7962E-01	7,4218E-05
4	-1	-1	1	1	1,015E+00	9,23E-01	1,161E+00	9E-01	9,9975E-01	1,4025E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
5	1	1	-1	1	4,1E-01	3,7E-01	4,19E-01	4E-01	3,9975E-01	4,5358E-04	3,8098E-01	3,524E-04
6	-1	1	-1	1	6,02E-01	5,16E-01	6E-01	5,72E-01	5,725E-01	1,6063E-03	5,8124E-01	7,645E-05
7	1	-1	-1	1	5,69E-01	5,41E-01	6,03E-01	5,71E-01	5,71E-01	6,4267E-04	5,7962E-01	7,4218E-05
8	-1	-1	-1	1	1,115E+00	9,23E-01	1,061E+00	9E-01	9,9975E-01	1,0958E-02	9,7201E-01	7,6974E-04
9	1	1	1	-1	2,07E-01	1,93E-01	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
10	-1	1	1	-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
11	1	-1	1	-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
12	-1	-1	1	-1	5,12E-01	4,82E-01	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-04
13	1	1	-1	-1	2,07E-01	1,93E-01	1,99E-01	2E-01	1,9975E-01	3,2917E-05	2,1933E-01	3,8327E-04
14	-1	1	1	-1	3,03E-01	2,69E-01	2,85E-01	2,86E-01	2,8575E-01	1,9292E-04	2,6897E-01	2,8163E-04
15	1	-1	-1	-1	2,87E-01	2,82E-01	2,86E-01	2,85E-01	2,85E-01	4,6667E-06	2,6809E-01	2,8596E-04
16	-1	-1	1	-1	5,12E-01	4,82E-01	5,04E-01	4,99E-01	4,9925E-01	1,6092E-04	5,0986E-01	1,1247E-04
17	1,414	0	0	0	3,33E-01	3,12E-01	3,4E-01	3,28E-01	3,2825E-01	1,4158E-04	3,1649E-01	1,3835E-04
18	-1,414	0	0	0	6,46E-01	5,63E-01	6,38E-01	6,16E-01	6,1575E-01	1,3976E-03	6,29E-01	1,7567E-04
19	0	1,414	0	0	3,43E-01	3,05E-01	3,39E-01	3,29E-01	3,29E-01	2,9067E-04	3,1687E-01	1,4704E-04
20	0	-1,414	0	0	6,11E-01	5,9E-01	6,41E-01	6,14E-01	6,14E-01	4,38E-04	6,2762E-01	1,8545E-04
21	0	0	1,414	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
22	0	0	-1,414	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06
23	0	0	0	1,414	6,45E-01	5,8E-01	6,67E-01	6,31E-01	6,3075E-01	1,3643E-03	6,4568E-01	2,2301E-04
24	0	0	0	-1,414	2,35E-01	2,23E-01	2,2E-01	2,26E-01	2,26E-01	4,2E-05	2,0466E-01	4,5556E-04
25	0	0	0	0	4,4E-01	4,02E-01	4,43E-01	4,28E-01	4,2825E-01	3,4825E-04	4,2517E-01	9,4874E-06

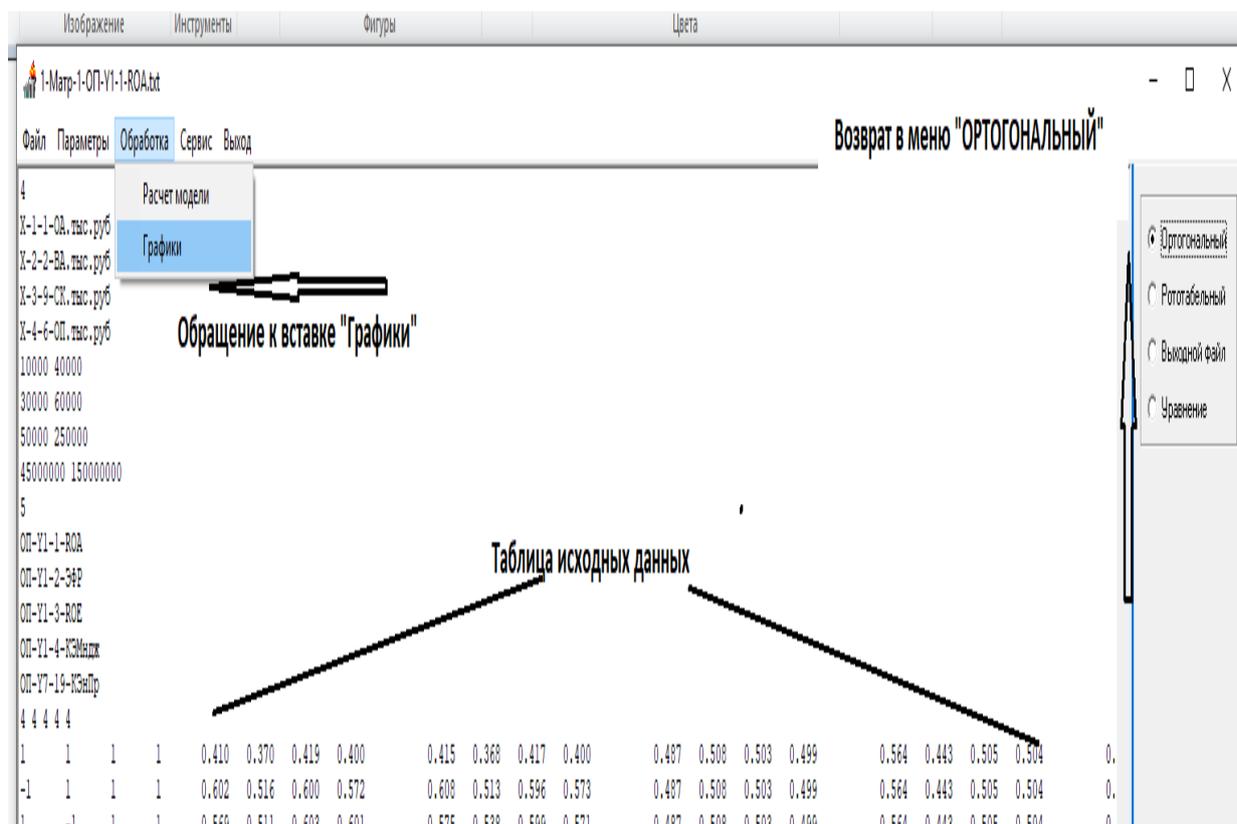
Сmax=3,7813E-01 Gtab1=5E-02
Не проходит по критерию Кохрена
Fmax=2,5385E-01 Ftab1=2,09E+00

Критерии статистики
"Однородности"
и "Адекватности"
(оценка)

Ортогональный
Ротационный
Выходной файл
Уравнение

N	X-1-1-ОА. тыс. руб	X-2-2-ВА. тыс. руб	X-3-9-СК. тыс. руб	X-4-6-ОП. тыс. руб	ОП-У1-2-94P 1	ОП-У1-2-94P 2	ОП-У1-2-94P 3	ОП-У1-2-94P 4	ОП-У1-2-94P среднее	Дисперсия воспроизв.	ОП-У1-2-94P расчетное	Дисперсия адекватн.
1	1	1	1	1	4,15E-01	3,68E-01	4,17E-01	4E-01	4E-01	5,1267E-04	3,9512E-01	2,3936E-05
2	-1	1	1	1	6,08E-01	5,13E-01	5,96E-01	5,73E-01	5,725E-01	1,7843E-03	6,0706E-01	1,1947E-03
3	1	-1	1	1	5,75E-01	5,38E-01	5,99E-01	5,71E-01	5,7075E-01	6,2958E-04	6,0521E-01	1,1873E-03
4	-1	-1	1	1	1,127E+00	9,19E-01	1,055E+00	9E-01	1,0003E+00	1,1905E-02	9,3397E-01	4,3936E-03

9. Вид формата обращение к вставке «Графики» – построение графических интерпретаций (фрагмент)

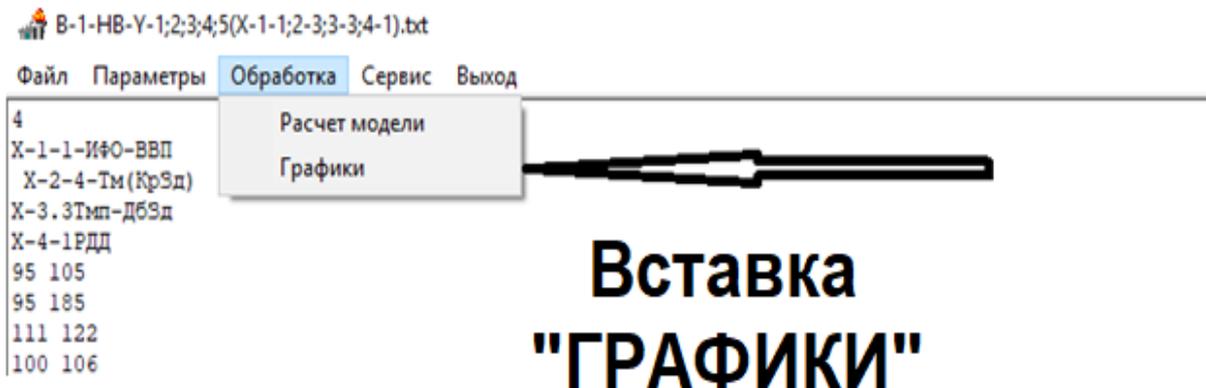


10. Построения графических интерпретаций

После обращения к вставке «графики» (п.9) представляется возможно построить объёмные зависимости в виде плоскостей и сечения. Построение трёхмерных плоскостей.

Переместить курсор к вставке «графики» и открыть (рис. 10-а-б).

а)



Переместить курсор в меню «параметры», открыть выбрать параметры графика.

б)

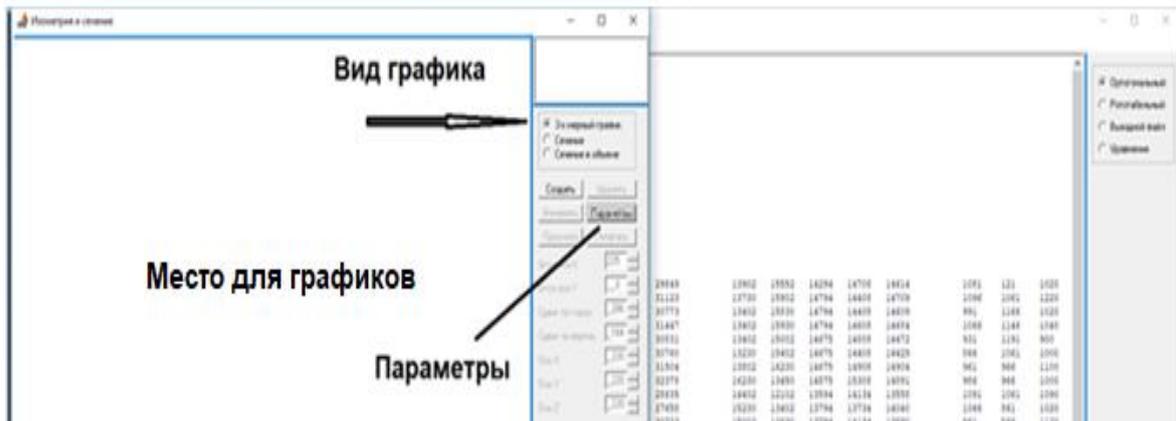


Рис. 10. Вид формата после обращения к вставке «ГРАФИК» – а) и «ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ» – б)

Переместить курсор к вставке «трёхмерный график» и открыть меню «создать», рис. 11. Построение функций.

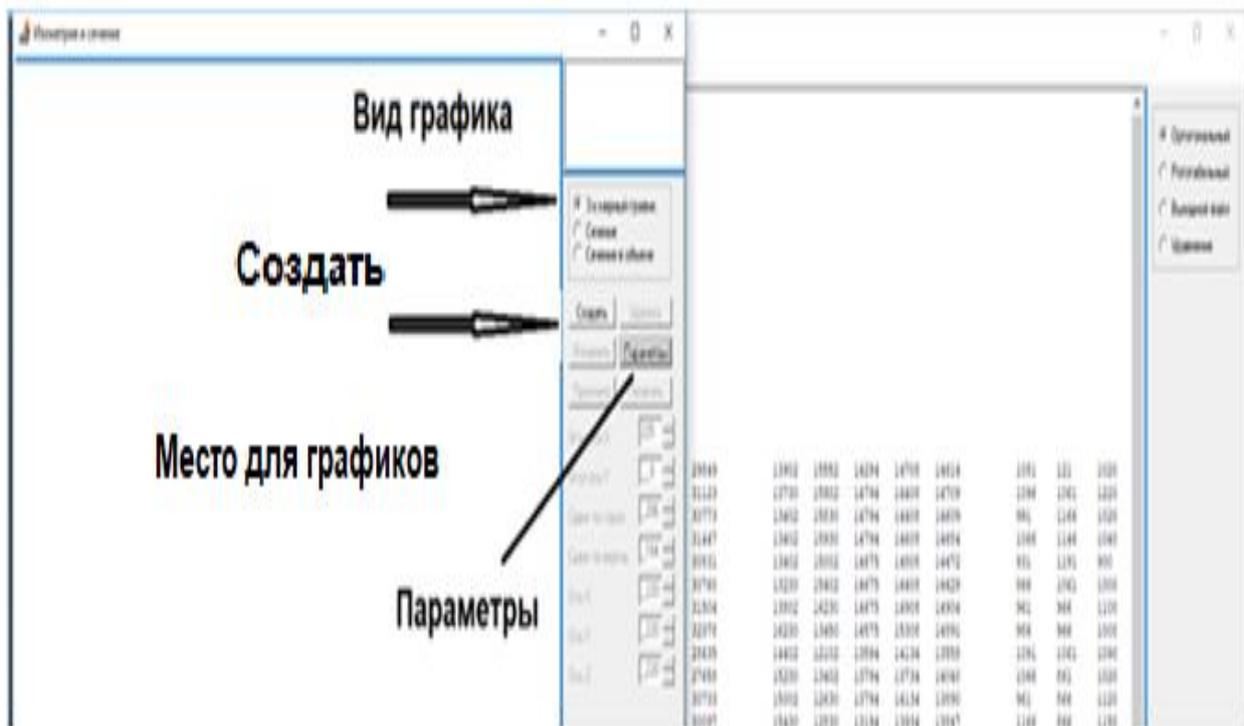


Рис. 11. Вид формата после обращения к вставке «ТРЕХМЕРНЫЙ ГРАФИК»

Переместить курсор в меню «параметры», открыть и настроить, рис. 12.

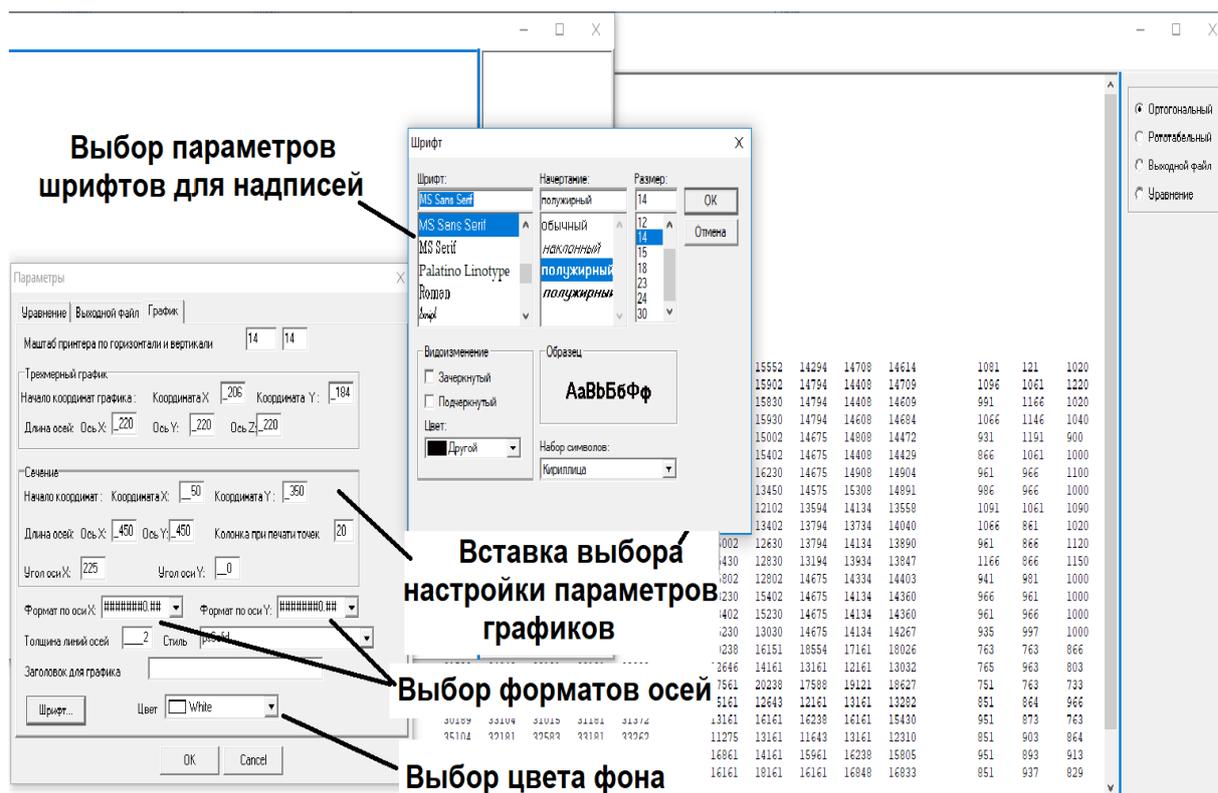


Рис. 12. Вид формата после обращения к вставке «ПАРАМЕТРЫ»

Установка формата чисел и фиксированных постоянных (const) значений переменных. Выбрать сочетания изменяющихся факторов. Переместить курсор к отметке «фиксированные значения» и «варианты осей», рис. 13.

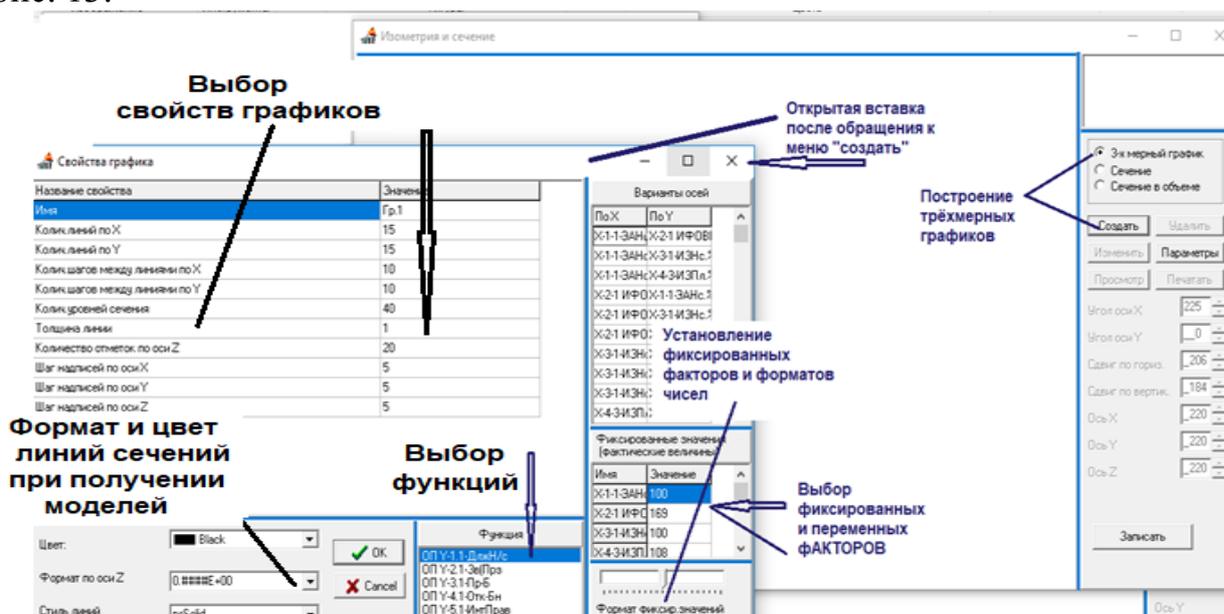


Рис. 13. Вид формата после обращения к вставке «СОЗДАТЬ»

Графическая интерпретация в трёхмерном формате (плоскости функций отклика), для рассматриваемого случая представлена на рис. 8, 14.

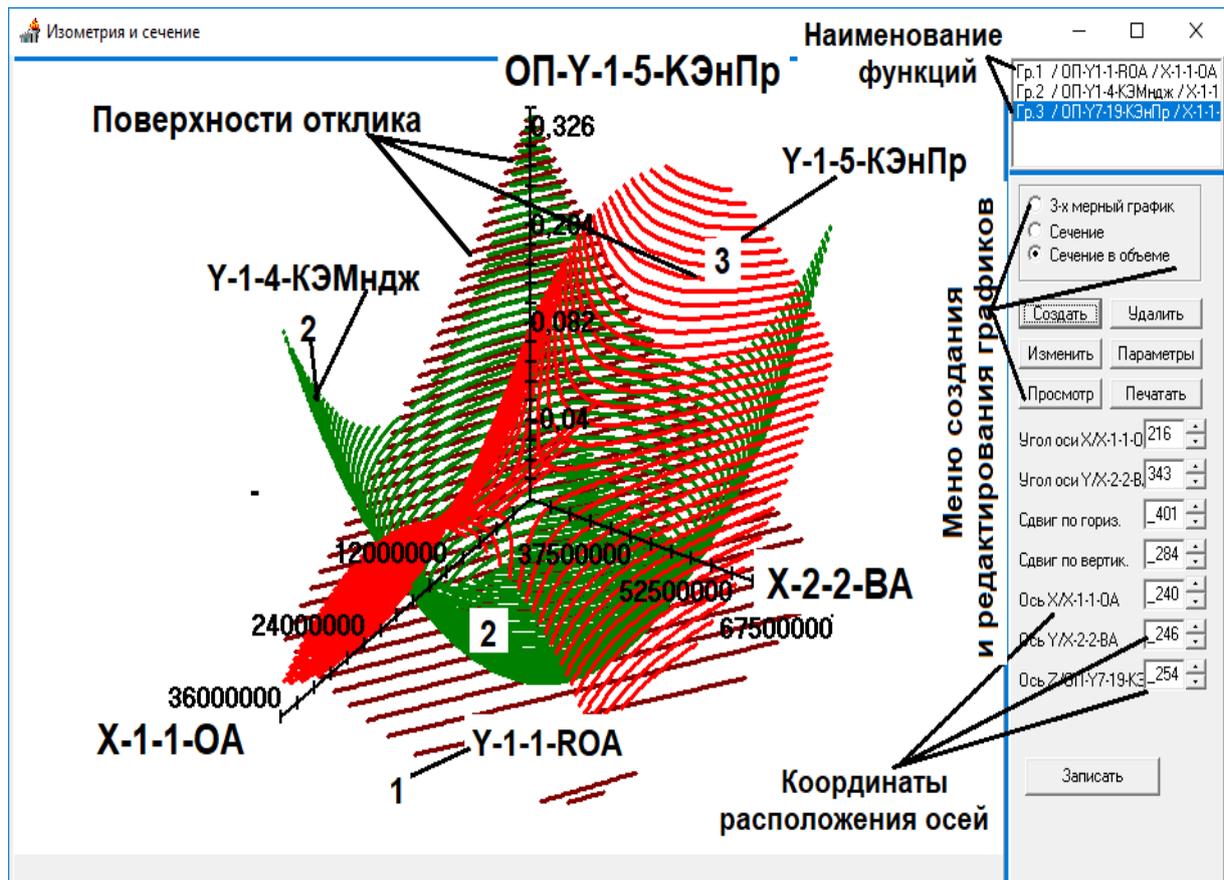


Рис.14. Трёхмерный вид (изометрия) графической интерпретации моделей (фрагмент при $X-3-9=4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб; и $X-4-6=7,5 \cdot 10^8$ тыс.руб.): 1 – Y-1-1 – коэффициент рентабельности активов (Returnonassets – ROA); 2 – Y-1-4-КЭМндж – коэффициент эффективности энергетического менеджмента; 3 – Y-1-5-КЭнПр – коэффициент энергетической производительности

Построение графических интерпретаций в форме «СЕЧЕНИЕ» плоскостей для поиска оптимальных решений, рис 15. После установления и фиксирования величин переменных необходимо переместить курсор к отметке «СЕЧЕНИЕ» и произвести анализ полученной номограммы.

Номограмма рис. 15 построена в координатах X-1-1-ОА...X-2-2-ВА при фиксированных величинах факторов $X-3-9-СК=4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб; и $X-4-6-ОП=7,5 \cdot 10^8$ тыс.руб. **Соответствующие показатели оптимизации следующие:** при установлении (выборе) наилучших «оптимальных» решений, удовлетворяющих все исследуемые показатели (см. табл.1). В данном случае это следующие параметры;

- Y-1-1. Коэффициент рентабельности активов. (Returnonassets – ROA);
- Y-1-2. ЭФР – эффект финансового рычага (финансовый леведредж);

- Y-1-3. ROE – коэффициент рентабельности собственного капитала (СК);
- Y-1-4. $K_{ЭМндж}$ – коэффициент эффективности энергетического менеджмента;
- Y-1-5. $K_{ЭнПр}$ – коэффициент энергетической производительности.

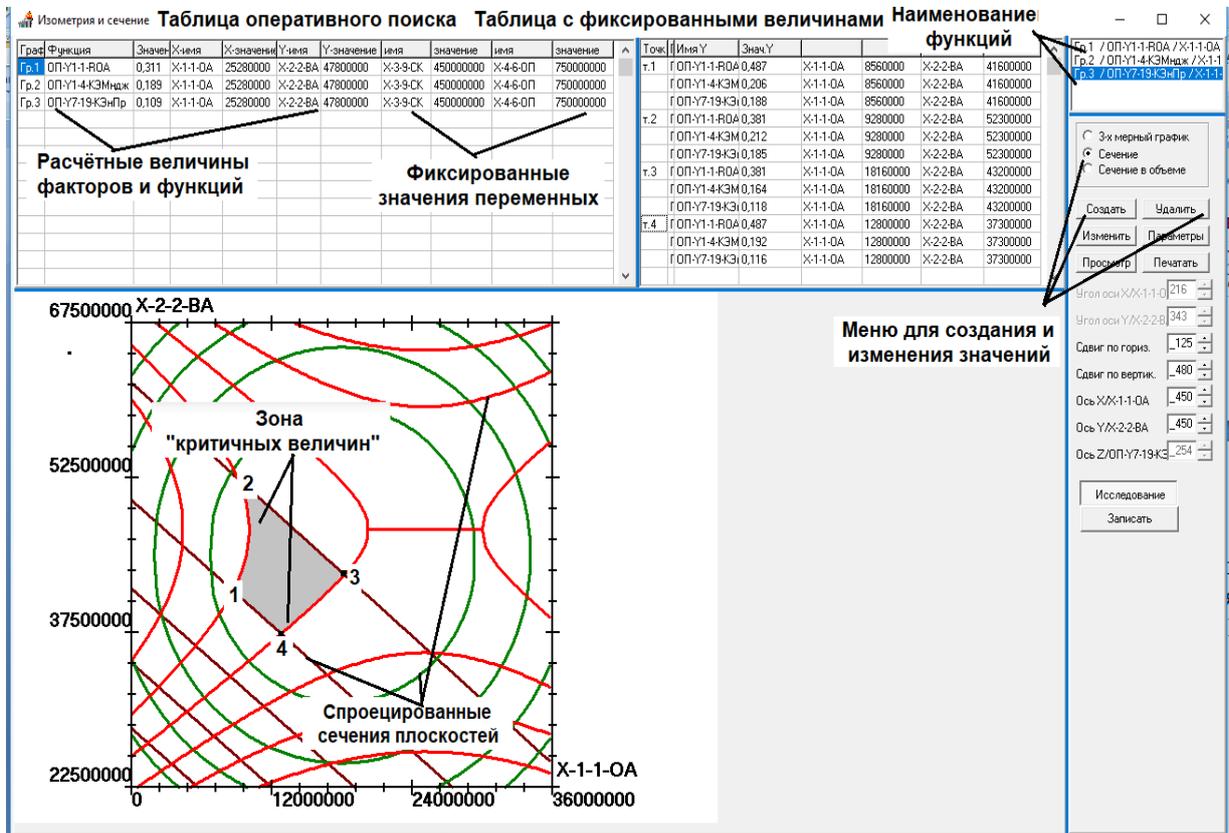


Рис. 15. Номограмма оптимизации при фиксированных величинах факторов:

$X_{3-9-СК} = 4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб; и $X_{4-6-ОП} = 7,5 \cdot 10^8$ тыс.руб. т.т.1...4 – зона критичных величин: критичный показатель – $Y_{1-4-КЭМндж} = 0,206...0,483$ при рекомендованных величинах факторов $X_{1-1-ОА} = 8,56E+06...1,816E+07$ тыс.руб. и $X_{2-2-ВА} = 4,160E+07...5,23E+07$ тыс.руб.

В рассматриваемом варианте поиска оптимальных решений необходимо найти величины факторов, которые удовлетворяли бы наилучшим значениям параметрам оптимизации, а именно: при фиксированных значениях факторов, как наиболее желаемых $X_{3-9-СК} = 4,5 \cdot 10^8$ тыс.руб; и $X_{4-6-ОП} = 7,5 \cdot 10^8$ тыс.руб., необходимо достичь следующих величин остальных факторов – $X_{1-1-ОА} = 8,56 \cdot 10^6...1,28 \cdot 10^6$ тыс.руб. и $X_{2-2-ВА} = 4,17 \cdot 10^7...3,76 \cdot 10^7$, тыс.руб.

При таких условиях, на номограмме определён прогнозируемый вариант будущего периода для максимальных величин в относительных вели-

чинах – зона на номограмме (т.т. 1...4). Отмечено, что вариант прогнозируемых рекомендаций будет эффективен при *критичной величине* показателя как наименьшей величины из всех исследуемых параметров ОП-У-1-4-КЭМ_{ндж}=0,116...0,206. Данный показатель характеризует коэффициент эффективности энергетического менеджмента. Для представленного варианта анализа другие показатели соответственно, будут равны ОП- У-1-3. ROE= 0,487...0,381; ОП- У-1-5. К_{ЭнПр}=0,381...0,350; У-1-ROA=0,487...0,381, что больше критичной величины показателя ОП-У-1-4-КЭМ_{ндж}=0,116...0,206.

Анализ «состояния экономической и энергетической безопасности» (табл. 1) показал, что комплексная их оценка по отчётным данным возможна по принятым для исследования показателям. По системе обобщённых (интегрированных) оценочных коэффициентов (ОП) реальных показателей, отражающих современное состояние деятельности предприятий, произведено сопоставление по заданным величинам анализируемого периода (табл. 1, рис. 15). Оценочные показатели оказались весьма функционально связаны между экономическими показателями. Метод позволяет определить оптимальные величины исследуемых факторов, производить прогноз показателей на будущий период и сформулировать рекомендации для деятельности предприятий (табл. 26, 27).

Таблица 26

Расчётные данные по полученным математическим моделям
в относительном и натуральном исчислении

Наименование показателей					
В относительном исчислении	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-2-ЭФР	ОП-У1-3-ROE	ОП-У1-4-КЭМ _{ндж}	ОП-У7-19-КЭнПр
	0,458	0,469	0,478	0,279	0,380
	0,421	0,431	0,485	0,283	0,406
Натуральном расчислении	НВ-У1-1-ROA	НВ-У-1-2-ЭФР	НВ-У1-3-ROE	НВ-У-1-4-КЭМ _{ндж}	НВ-У-7-19-КЭнПр
	11,46	23,42	1,51	2,63	8017,5
	10,53	21,48	1,53	2,66	8565,6

Пример заполнения расчётной таблицы показателей.
Все варианты оценки (фрагмент)

Общая оценка				Наименование показателей								Наименование показателей						Наименование показателей						Наименование показателей					
Выбор	min Y- всем	выбор		Оценка оптим	ОП-У1-1-ROA	ОП-У1-2-ЭФР	ОП-У1-3-ROE	ОП-У1-4-КЭМндж	ОП-У7-19-КЭМПр	ОП-У2-5-КОа	ОП-У2-6-ПОСК	ОП-У6-16-КЭНСбС	ОП-У6-17-КЭНСЕМ	ОП-У6-18-КСтрЭП	ОП-У3-7-КФЗ	ОП-У3-8-КУЭР	ОП-У3-9-КМск	ОП-У5-12-ЭБ	ОП-У5-13-СФдж	ОП-У4-10-КАЛ	ОП-У4-11-КТЛ	ОП-У5-14-Ксб	ОП-У5-15-Эоф	ОП-У5-18-Рт	ОП-У6-18-КСтр	ОП-У6-20-СсбЦ	ОП-У5-17-Ртм	ОП-У5-18-Рт	ОП-У5-15-Эоф
		по min ОП-У-	по ОП НВ-У1																										
НВ-У4-11-КТЛ	0,0674	ОП-У4-11-КТЛ	0,1298	optimum	0,403913	0,29126	0,64146	0,381594251	0,50152271	0,388106	0,6716803	0,97227422	0,176476543	0,89182482	0,649101	0,641573	0,691627	0,229923	0,3982389	0,1035476	0,0673539	0,7659118	0,872315	0,907727	0,882888	0,433285	0,085643	0,90934	0,872315
НВ-У4-10-КАЛ	0,0219	ОП-У4-10-КАЛ	0,0088	no-optimum	0,461087	0,41433	0,5684	0,282555613	0,48613124	0,461897	0,6066156	0,96751594	0,148005812	0,88869743	0,508746	0,568484	0,326227	0,270296	0,3803692	0,0218842	0,0676824	0,7635044	0,855867	0,844962	0,87757	0,448233	0,144148	0,838546	0,855867
НВ-У4-11-КТЛ	0,0872	ОП-У4-11-КТЛ	0,1680	optimum	0,49736	0,46645	0,51944	0,203228828	0,43869224	0,493813	0,5423551	0,97122884	0,151572914	0,90738997	0,432608	0,519485	0,435933	0,295183	0,491187	0,1105167	0,0871959	0,7709598	0,723681	0,863897	0,90468	0,396294	0,156319	0,863709	0,723681
НВ-У4-11-КТЛ	0,0604	ОП-У4-11-КТЛ	0,1164	no-optimum	0,458487	0,33496	0,651	0,367939972	0,47474143	0,457115	0,6898983	0,96681033	0,203104887	0,9085492	0,579177	0,651121	0,696866	0,229586	0,4434719	0,1323385	0,060438	0,7728145	0,804371	0,901888	0,907335	0,388746	0,13344	0,903557	0,804371
НВ-У4-10-КАЛ	0,0682	ОП-У4-10-КАЛ	0,0275	optimum	0,44259	0,41175	0,53894	0,243119653	0,4643901	0,439685	0,5716419	0,9799487	0,133452174	0,89175888	0,498333	0,539002	0,456587	0,28477	0,44584	0,0682365	0,0715523	0,7792885	0,808193	0,85782	0,88322	0,427058	0,145753	0,857745	0,808193
НВ-У4-11-КТЛ	0,0962	ОП-У4-11-КТЛ	0,1853	optimum	0,474579	0,39279	0,54078	0,212039883	0,45785982	0,448577	0,5404756	0,9662083	0,158454291	0,91504056	0,46997	0,540831	0,515589	0,281935	0,4836843	0,1277965	0,0961664	0,7488699	0,741461	0,894161	0,912032	0,404307	0,177276	0,895163	0,741461
НВ-У4-11-КТЛ	0,0624	ОП-У4-11-КТЛ	0,1202	optimum	0,458166	0,46946	0,47804	0,279360846	0,37966154	0,459394	0,4981736	0,97496611	0,209301083	0,90740172	0,425117	0,478048	0,50106	0,320185	0,4845942	0,1437491	0,0623971	0,775832	0,655404	0,90212	0,906514	0,38704	0,127363	0,903836	0,655404
НВ-У4-11-КТЛ	0,0763	ОП-У4-11-КТЛ	0,1471	optimum	0,421109	0,43062	0,48526	0,283048197	0,40561446	0,417431	0,5107089	0,9863699	0,154712293	0,89076604	0,466734	0,485273	0,469366	0,314799	0,4398683	0,0983304	0,0763434	0,7849508	0,760951	0,876033	0,882275	0,424696	0,121895	0,877462	0,760951
ОП-У4-11-КТЛ	0,0624	min Y- opti	0,062397		11,4643	23,4284	1,51089	2,630756957	8017,53475	38,30416	73,55746	0,96445545	4,698919098	0,87186924	0,127453	1,510584	0,050143	0,138573	0,0199856	0,0578946	0,1202134	0,7514607	0,54498	0,894981	0,871017	38,32757	0,282556	0,896683	0,54498
ОП-У4-11-КТЛ		Max ООК-	Экв-Опт-ОП-Расч-НВ		10,53706	21,49	1,5337	2,665480947	8565,59782	34,80524	71,752011	0,97573629	3,473372119	0,85588499	0,13993	1,533413	0,046971	0,136242	0,018141	0,0396023	0,1470822	0,7602931	0,632744	0,8691	0,847727	42,05659	0,295231	0,870517	0,632744
		8,300693	optimum	no-optimum	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"	"НАТ-ПОК"

Проверка гипотез. Типичная задача оценки. Постановка экспертной задачи. Есть две совокупности, распределённые нормально с неизвестными средними μ_1 и μ_2 и с неизвестными дисперсиями σ_1^2 и σ_2^2 табл. 28.

Таблица 28

Показатели функции отклика

Наименование показателя	Период оценки, год									Величины	
	2006,5	2008	2009	2010	2010,5	2011	2012	2015	2016,5	γ	α
Количество выборки n_{i-1}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	10000000	0,05
Рассмотрено всего дел по интеллектуальным правам – ИнтПрав – Y-5-1	905211	970152	1409503	1197103	1 205 505	1078383	1409545	1247863	1426283		
Количество выборки n_{i-2}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9		
Рассмотрено всего дел об охране интеллектуальной собственности – ИнтСбв – Y-6-1	1831	2746	3482	3234	4 936	2996	5069	9237	10892		

Требуется произвести экспертную оценку данных отчёта Арбитражных судов с вероятностью $\alpha=0,05$ совокупности при наличии случайных переменных с неизвестными средними $\mu_1=Y-5-1$ и $\mu_2=Y-6-1$, отличающихся друг от друга на постоянную величину γ и известными дисперсиями (или расчётными) σ_1^2 или σ_2^2 . Имеется две случайные выборки из $n_1 = 9$ и $n_2 = 9$ наблюдений (табл. 21 задания), распределённых нормально.

Отличие усредненных двух совокупностей μ_1 и μ_2 равно $\gamma=10000000$. Заданная вероятность $\alpha=0,08$. Необходимо проверить гипотезы, которые в формализованном виде можно представить:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma & \text{— нулевая гипотеза} \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma & \text{— альтернативная гипотеза} \end{cases}$$

Решение. Теоретические предпосылки⁶. Термин «гипотеза» (от грече-

⁶ В.Г. Гурлев, Т.С. Хомякова. Теория ошибок и математическая обработка результатов экспертных исследований предприятия. Учебное пособие / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 79 с.

ского hypothesis – основание, предположение, догадка) – это утверждение о значениях параметров распределения вероятностей (гипотеза в общем случае – суждение, относящееся к распределению случайной величины). Значение γ определяется одним из трёх способов:

- разница γ может быть известна из результатов ранее проводившихся наблюдений (все об этом знают);
- может быть известна из теории исследуемого процесса (по модели);
- может быть задана (так надо).

Проверка гипотезы состоит в следующем. Рассматриваются случайные выборки наблюдений Y_{i-1} и Y_{i-2} , по которым находится значение некоторого критерия «статистики», и принимается решение, отклонить или принять нулевую гипотезу, а так же множество знаний, которые привели бы к отклонению гипотезы. Такое множество знаний называется критической областью, или областью отклонения.

Следует иметь в виду, что при оценке гипотез встречаются погрешности («ошибки») двух родов:

- если нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется», когда она истина, то совершается погрешность («ошибка») 1-го рода – $\alpha=P$;
- если нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется», когда она ложна, то совершается погрешность («ошибка») 2-го рода – $\beta=P$ или в интерпретации Мощность = $1 - \beta = P(1-\alpha)$;

При проверке гипотез в общем случае задаётся величина α -вероятность – погрешность («ошибка») 1-го рода, которая называется «Уровень Значимости» критерия и выбирается (задаётся) процедура проверки, обеспечивающую малую (приемлемую) величину («ошибки») погрешности 2-го рода, т. е. β -вероятность.

Для проверки нулевой гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ необходимо на основе выборки из n -наблюдений Y_{i-1} и Y_{i-2} найти численное значение относительной (процентной) точки « Z_0 -статистики»

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}},$$

где \bar{y}_1 – средняя величина *ИнтПрав* – Y-5-1 для рассматриваемого случая (табл. 23) по выборке n_{i-1} ; \bar{y}_2 – средняя величина *ИнтСбв* – Y-6-1 по выборке n_{i-2} ; σ_1^2 – квадрат распределения случайной величины *ИнтПрав* – Y-5-1; σ_2^2 – квадрат распределения случайной величины *ИнтСбв* – Y-6-1; n_1 – количество рассмотренных дел по интеллектуальным правам; n_2 – количество рассмотренных дел по охране интеллектуальной собственности; γ – установленная разница между оцениваемыми показателями, при $\sigma_i^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2$. Гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ «отклоняется», если выполнено условие $|Z_0| > Z_{\alpha/2}$ табл. 29.

Таблица 29

Кумулятивная функция стандартизованного нормального распределения

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,50000	0,50399	0,50799	0,51197	0,51595	0,51994	0,52392	0,52790	0,51388	0,53586
0,1	0,53983	0,54979	0,54776	0,55172	0,55567	0,55962	0,56356	0,56749	0,57142	0,57534
0,2	0,57926	0,58317	0,58706	0,59095	0,59483	0,59871	0,60257	0,60642	0,61026	0,61409
0,3	0,61791	0,62172	0,62551	0,62930	0,63307	0,63683	0,64058	0,64431	0,64803	0,65173
0,4	0,65542	0,65910	0,66276	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68438	0,68793
0,5	0,69146	0,69497	0,69847	0,70194	0,70540	0,70884	0,71226	0,71566	0,71904	0,72240
0,6	0,72575	0,72907	0,73237	0,73565	0,73891	0,74215	0,74537	0,74857	0,75175	0,75490
0,7	0,75803	0,76115	0,76424	0,76730	0,77035	0,77337	0,77637	0,77935	0,78230	0,78523
0,8	0,78814	0,79135	0,79389	0,79673	0,79954	0,80234	0,80510	0,80785	0,81057	0,81327
0,9	0,78814	0,79103	0,82121	0,82381	0,82639	0,82894	0,83147	0,83397	0,83646	0,83891
1,0	0,84134	0,84375	0,84613	0,84849	0,85083	0,85314	0,85543	0,85769	0,85993	0,86214
1,1	0,86433	0,86650	0,86864	0,87076	0,87285	0,87493	0,87697	0,87900	0,88100	0,88297
1,2	0,88493	0,88686	0,88877	0,89065	0,89251	0,89435	0,89616	0,89796	0,89973	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91308	0,91465	0,91621	0,91773
1,4	0,91924	0,92073	0,92219	0,92364	0,92506	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94295	0,94408
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95352	0,95448
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327
1,8	0,96407	0,96485	0,96562	0,96637	0,96711	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97882	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574
2,2	0,98610	0,98645	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98890
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,99010	0,99036	0,99061	0,99086	0,99111	0,99134	0,99158
2,4	0,99180	0,99202	0,99224	0,99245	0,99266	0,99286	0,99305	0,99324	0,99343	0,99361
2,5	0,99379	0,99396	0,99413	0,99430	0,99446	0,99461	0,99477	0,99492	0,99506	0,99520
2,6	0,99534	0,99547	0,99560	0,99573	0,99585	0,99598	0,99609	0,99621	0,99632	0,99643
2,7	0,99653	0,99664	0,99674	0,99683	0,99693	0,99702	0,99711	0,99720	0,99728	0,99736

Окончание табл. 29

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,8	0,99744	0,99752	0,99760	0,99767	0,99774	0,99781	0,99788	0,99795	0,99701	0,99807
2,9	0,99813	0,99819	0,99825	0,99831	0,99836	0,99841	0,99846	0,99851	0,99856	0,99861
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99897	0,99900
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99924
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99939	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976

Если нулевая гипотеза «отклоняется», то по односторонней альтернативе нулевой гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ она также «отклоняется», если выполнено условие $Z_0 > Z_\alpha$ (табл. 29). При другой односторонней альтернативе (см. табл. 29) $H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma$ нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется», если $Z_0 < -Z_\alpha$.

Таблица 30

Проверка гипотез относительно средних при известной дисперсии

Оцениваемые гипотезы	Статистика для проверки (нормальное распределение)	Критерии отклонения
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$	$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$	$|Z_0| > Z_{\alpha/2}$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$		$Z_0 < -Z_\alpha$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$		$Z_0 > Z_\alpha$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$	при $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $t_{0(S_p)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ $v_{(S_p)} = n_1 + n_2 - 2,$ где $S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$	$|t_0| > t_{\alpha/2;v}$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$		$t_0 < -t_{\alpha;v}$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$		$t_0 > t_{\alpha;v}$

Оцениваемые гипотезы	Статистика для проверки (нормальное распределение)	Критерии отклонения
$\begin{cases} \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$	$\text{при } \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ $t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$ $v_{(S)} = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{S_1^2/n_1}{n_1+1}\right)^2 + \left(\frac{S_2^2/n_2}{n_2+1}\right)^2} - 2$	$|t_0| > t_{\alpha/2;v}$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$		$t_0 < -t_{\alpha;v}$
$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$		$t_0 > t_{\alpha;v}$

Случай, когда выполнено условие $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

Для проверки нулевой гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ необходимо взять две случайные выборки объёмами n_1 и n_2 из первой и второй соответственно.

Произвести расчёт дисперсии $S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$ и числовое значение статистики $t_{0(S_p)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ при числе степеней свободы t -распределения $v_{(S_p)} = n_1 + n_2 - 2$, где S_1^2 и S_2^2 – критерии оценки выборочной дисперсии.

Нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ из совокупности $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ «отклоняется», если будет выполнено условие $|t_0| > t_{\alpha/2;v}$ (табл. б).

Случай, когда нет оснований предполагать, что дисперсии одинаковы, т. е. $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$, то в этом случае статистика для проверки гипотезы имеет вид (табл. 30):

$$t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

при числе степеней свободы t -распределения

$$v(s) = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_1+1}} - 2$$

Такую процедуру проверки называют объединённым *t*-критерием, так как обе выборки объединяются для получения оценки общей дисперсии.

Оценка гипотезы по *Z*-критерию. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы из совокупностей (табл. 21), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$$

Статистика по *Z*-критерию, рассчитываемая по формуле $Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$ будет равна

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{1205505,33 - 4935,89 - 1200000,00}{\sqrt{\frac{3,284E+10}{9} + \frac{8,578E+06}{9}}} = 0,009.$$

По табличному критерию «отклонения» $|Z_0| > Z_{\alpha/2}$, расчётное условие *Z*-критерия $Z_0 = 0,009 < 0,25100$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по *t*-критерию).

По табличному критерию «отклонения» $Z_0 < -Z_{\alpha}$, расчётное условие *Z*-критерия $Z_0 = 0,009 > -0,502$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» т. к. не соответствует условию отклонения. По табличному критерию «отклонения» $Z_0 > Z_{\alpha}$, расчётное условие *Z*-критерия $Z_0 = 0,009 < 0,502$ также указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по *t*-критерию по всем случаям).

Оценка гипотезы по *t*-критерию. Случай, когда нет оснований предполагать, что дисперсии одинаковы. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ из совокупностей (табл. 21), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases} \quad \text{ИЛИ} \quad \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$$

будет по статистике $t_{0(S)}$, равна

$$t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = 0,009,$$

при расчётном числе степеней свободы t -распределения

$$v(S) = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_1+1}} - 2 = 8,005.$$

Гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (табл. 25),

если $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$ для оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$,

$t_0 > t_{\alpha;v}$ для случая оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$.

и $t_0 < -t_{\alpha;v}$ для случая оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$.

В рассматриваемом варианте оценки гипотез, табл. 19, после расчёта критерия $t_{0(S)}$, который будет равен $t_{0(S)} = 0,009 < t_{\alpha=0,05;v(S)=8,005} = 1,868$, ясно, что вывод об отклонении гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ не соответствует условию $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$. Тогда нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть «отклонена», (т. е. принята). А гипотеза $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma$ – «отклонена».

При рассмотрении варианта оценки гипотезы, когда расчет критерия $t_{0(S)}$, при $t_{0(S)} = 0,009 > t_{\alpha=0,05;v(S)=8,005} = -1,868$ (см. табл. 9) можно сделать вывод о том, что гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$ не соответствует условию отклонения $t_0 < -t_{\alpha;v}$. Тогда анализ данного варианта оценки гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не указывает на её «отклонение».

И, наконец, при рассмотрении варианта, когда при $t_{0(S)} = 0,009 < t_{\alpha=0,05;v(S)=8,005} = 1,868$ по критерию отклонения $t_0 > t_{\alpha;v}$ гипотеза

$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$ не удовлетворяет приведенному условию. Отсюда вывод – нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть отклонена. Таким образом, по всем вариантам «отклонения» нулевой гипотезы по t-критерию её можно принять (нулевая гипотеза «не отклонена»).

Пример. Требуется произвести экспертную оценку данных отчёта Арбитражных судов с вероятностной оценкой $\alpha=0,05$ совокупности при наличии случайных переменных с неизвестными средними $\mu_1 = Y-1.1$ – ДлжН/с и $\mu_2 = Y-2.1$ -Зв(Прз), отличающихся друг от друга на постоянную величину $\gamma=2500$ и известными дисперсиями (или расчётными) σ_1^2 или σ_2^2 . Имеется две случайные выборки из $n_1 = 9$ и $n_2 = 9$ наблюдений (табл. 26 задания), распределённых нормально.

Таблица 31

Показатели функции отклика

Наименование показателя	Период оценки									Величины	
	2006,5	2008	2009	2010	2010,5	2011	2012	2015	2016,5	γ	α
Количество выборки n_{i-1}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	2500	0,05
Рассмотрено дел – Y-1.1 – ДлжН/с)	4425,0	31921,0	33385,0	34367,0	34367,0	34367,0	39570,0	40243,0	40864,0		
Количество выборки n_{i-2}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9		
Принято заявлений к производству – Y-2.1-Зв(Прз)	27032,0	27351,0	27422,0	30015,0	31181,0	33226,0	33270,0	35545,0	35583,0		

Отличие γ средних двух совокупностей μ_1 и μ_2 равно $\gamma=2500$. Заданная вероятности $\alpha=0,05$. Необходимо проверить гипотезы, которые в формализованном виде можно представить:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma & \text{– нулевая гипотеза} \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma & \text{– альтернативная гипотеза} \end{cases}$$

Оценка гипотезы по Z-критерию. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы из совокупностей (табл. 25), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$$

Статистика по Z-критерию, рассчитываемая по формуле $Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

будет равна

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{33899,56 - 31180,56 - 2500,00}{\sqrt{\frac{119909007,14}{9} + \frac{10482309,14}{9}}} = 0,058.$$

По табличному критерию «отклонения» $|Z_0| > Z_{\alpha/2}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 0,058 < 0,26097$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию).

По табличному критерию «отклонения» $Z_0 < -Z_{\alpha}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 0,058 > -0,26097$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» т. к. не соответствует условию отклонения. По табличному критерию «отклонения» $Z_0 > Z_{\alpha}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 0,058 < 0,26097$ также указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию по всем случаям).

Оценка гипотезы по t-критерию. Случай, когда нет оснований предполагать, что дисперсии одинаковы. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ из совокупностей (табл. 30), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases} \text{ ИЛИ } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$$

будет по статистике $t_{0(S)}$, равна

$$t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = 0,054,$$

при расчётном числе степеней свободы t-распределения

$$v_{(S)} = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^2/n_1}{n_1+1}\right)^2 + \left(\frac{s_2^2/n_2}{n_1+1}\right)^2} - 2 = 9,735.$$

Гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (табл. 19),

если $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$ для оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$,

$t_0 > t_{\alpha;v}$ для случая оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$.

и $t_0 < -t_{\alpha;v}$ для случая оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$.

В рассматриваемом варианте оценки гипотез, табл. 19, после расчёта критерия $t_{0(S)}$, который будет равен $t_{0(S)} = 0,054 < t_{\alpha=0,05;v(S)=9,735} = 0,91150$, ясно, что вывод об отклонении гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ не соответствует условию $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$. В этом случае нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть «отклонена», (т. е. принята). А гипотеза $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma$ – «отклонена».

При рассмотрении варианта оценки гипотезы, когда расчет критерия $t_{0(S)}$, при $t_{0(S)} = 0,054 > t_{\alpha=0,05;v(S)=9,735} = -0,91150$ (см. табл. 9) можно сделать вывод о том, что, что гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$ не соответствует условию отклонения $t_0 < -t_{\alpha;v}$. Анализ данного варианта оценки гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не указывает на её «отклонение».

И, наконец, при рассмотрении варианта, когда при $t_{0(S)} = 0,054 < t_{\alpha=0,05;v(S)=9,735} = 0,91150$ по критерию отклонения $t_0 > t_{\alpha;v}$ гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$ не удовлетворяет приведенному условию. Отсюда вывод – нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть отклонена. Таким образом, по всем вариантам «отклонения» нулевой гипотезы по t-критерию её можно принять (нулевая гипотеза «не отклонена»).

Пример. Требуется произвести экспертную оценку данных отчёта Арбитражных судов с вероятностной оценкой $\alpha=0,05$ совокупности при наличии случайных переменных с неизвестными средними $\mu_1 = Y-1.1$ – ДлжН/си $\mu_2 = Y-2.1$ -Зв(Прз), отличающихся друг от друга на постоянную величину $\gamma=2500$ и известными дисперсиями (или расчётными) σ_1^2 или σ_2^2 . Имеется две случайные выборки из $n_1 = 9$ и $n_2 = 9$ наблюдений (табл. 32), распределённых нормально.

Показатели функции отклика

Наименование показателя	Период оценки									Величины	
	2006,5	2008	2009	2010	2010,5	2011	2012	2015	2016,5	γ	α
Количество выборки n_{i-1}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	2500	0,05
Рассмотрено дел – Y-1.1 – ДлжН/с)	4425,0	31921,0	33385,0	34367,0	34367,0	34367,0	39570,0	40243,0	40864,0		
Количество выборки n_{i-2}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9		
Принято заявлений к производству – Y-2.1-Зв(Прз)	27032,0	27351,0	27422,0	30015,0	31181,0	33226,0	33270,0	35545,0	35583,0		

Отличие γ средних двух совокупностей μ_1 и μ_2 равно $\gamma=2500$. Заданная вероятность $\alpha=0,05$. Необходимо проверить гипотезы, которые в формализованном виде можно представить:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma & \text{— нулевая гипотеза} \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma & \text{— альтернативная гипотеза} \end{cases}$$

Оценка гипотезы по Z-критерию. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы из совокупностей (табл. 22), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$$

Статистика по Z-критерию, рассчитываемая по формуле $Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$ будет равна

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{33899,56 - 31180,56 - 2500,00}{\sqrt{\frac{119909007,14}{9} + \frac{10482309,14}{9}}} = 0,058$$

По табличному критерию «отклонения» $|Z_0| > Z_{\alpha/2}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 0,058 < 0,26097$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию).

По табличному критерию «отклонения» $Z_0 < -Z_{\alpha}$, расчётное условие

Z-критерия $Z_0 = 0,058 > -0,26097$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» т. к. не соответствует условию отклонения. По табличному критерию «отклонения» $Z_0 > Z_\alpha$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 0,058 < 0,26097$ также указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «не отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию по всем случаям).

Оценка гипотезы по t-критерию. Случай, когда нет оснований предполагать, что дисперсии одинаковы. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ из совокупностей (табл. 21), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases} \text{ или } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$$

будет по статистике $t_{0(S)}$, равна

$$t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 0,054$$

при расчётном числе степеней свободы t-распределения

$$v_{(S)} = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_1+1}} - 2 = 9,735$$

Гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (табл. 30), если $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$ для оценки гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$.

$$t_0 > t_{\alpha;v} \text{ для случая оценки гипотез } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$$

$$\text{и } t_0 < -t_{\alpha;v} \text{ для случая оценки гипотез } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}.$$

В рассматриваемом варианте оценки гипотез, табл. 19, после расчёта критерия $t_{0(S)}$, который будет равен $t_{0(S)} = 0,054 < t_{\alpha=0,05;v_{(S)}=9,735} = 0,91150$, ясно, что вывод об отклонении гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ не соответствует условию $|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$. В этом случае нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть «отклонена», (т. е. принята). А гипотеза $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma$ – «отклонена».

При рассмотрении варианта оценки гипотезы, когда расчет критерия $t_{0(S)}$, при $t_{0(S)} = 0,054 > t_{\alpha=0,05;v_{(S)}=9,735} = -0,91150$ (см. табл. 32) можно

сделать вывод о том, что, что гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$ не соответствует условию отклонения $t_0 < -t_{\alpha;v}$. Анализ данного варианта оценки гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не указывает на её «отклонение».

И, наконец, при рассмотрении варианта, когда при $t_{0(S)} = 0,054 < t_{\alpha=0,05;v(S)=9,735} = 0,91150$ по критерию отклонения $t_0 > t_{\alpha;v}$ гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$ не удовлетворяет приведенному условию. Отсюда вывод – нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ не может быть отклонена. Таким образом, по всем вариантам «отклонения» нулевой гипотезы по t-критерию её можно принять (нулевая гипотеза «не отклонена»).

Анализ данных по частоте дел, количеству и величине интервала. Для более полного представления анализа отчётных данных Арбитражных Судов целесообразно произвести характеристику результатов отклонений. Ясно, что существует теоретические и практические (реальные) представления о действительности. Поэтому, для убедительности, уместно произвести выбор отчётных данных (табл. 24) по вариантам и частот распределения по рядам (т. е. как часто встречаются те или иные данные). В данном случае уместно применить математический способ Стерджесса определения «интервалов» [13, 14].

Количество интервалов (КИ) вариационного ряда совокупности НВ У-1.1-ДлжН/с – рассмотрено дел о признании должников о несостоятельности (табл. 29) составит

$$КИ = 1 + \frac{\lg n}{\lg 2} = 1 + \frac{\lg 26}{\lg 2} = 8,022368 \approx 8,0,$$

где n – количество значений в совокупности отчётных данных.

Величина интервала dZ – размах варьирования по анализируемым данным совокупности НВ У-1.1-ДлжН/с равен

$$dZ = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{КИ} = \frac{45864,0 - 31921,0}{8,022368} = 2445,952,$$

где $\text{Max} = 45864,0$ – максимальное значение вариационного ряда совокупности;

$\text{Min} = 31921,0$ – минимальное значение вариационного ряда совокупности.

Количество интервалов (КИ) вариационного ряда совокупности У-2.1-Зв(Прз) – принято заявлений к производству (табл. 29) составит

$$КИ = 1 + \frac{\lg n}{\lg 2} = 1 + \frac{\lg 26}{\lg 2} = 8,022368 \approx 8,0,$$

где n – количество значений в совокупности отчётных данных.

Величина интервала dZ – размах варьирования по анализируемым данным совокупности $Y-2.1-Зв(Прз)$ равен

$$dZ = \frac{Max-Min}{КИ} = \frac{35583,00-27032,00}{8,022368} = 1500,00 ,$$

где $Max = 35583,00$ – максимальное значение вариационного ряда совокупности;

$Min = 27032,00$ – минимальное значение вариационного ряда совокупности.

Результаты расчётов по определению количества и величины интервалов (КИ) и (ВИ) приведены в табл. 33. Не исключено, что данные приведённые в таблице и на гистограмме покажутся менее привлекательными (рис. 16).

Таблица 33

Количество и величина интервалов

Показатели расчёта частот (оценка НВ $Y-1.1-ДлжН/с$)			Показатели расчёта частот (оценка НВ $Y-2.1-Зв(Прз)$)			Относительная частота μ , %			
Номер и количество интервалов μ_1	НВ $Y-1.1-ДлжН/с$		Всего значений μ_1 по интервалу	Номер и количество интервалов μ_2	НВ $Y-2.1-Зв(Прз)$		Всего значений μ_2 по интервалу	Частота НВ $Y-1.1-ДлжН/с$	Частота НВ $Y-2.1-Зв(Прз)$
	Граница интервалов				Граница интервалов				
1	31921,0	34366,95	2,0	1	27032,00	28532,05	6,0	7,692	23,077
2	34366,95	36812,90	2,0	2	28532,059	30032,11	2,0	7,692	7,692
3	36812,90	39258,85	3,0	3	30032,119	31532,17	3,0	11,538	11,538
4	39258,85	41704,80	8,0	4	31532,179	33032,23	0,0	30,769	0,000
5	41704,80	44150,75	5,0	5	33032,238	34532,29	10,0	19,231	38,462
6	44150,75	46596,71	6,0	6	34532,29	36032,35	5,0	23,077	19,231
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6,0	Всего интервалов по НВ $Y-1.1-ДлжН/с$		6,0	6,0	Всего интервалов по НВ $Y-2.1-Зв(Прз)$				
Сумма показателей ряда							26,0	100,00	100,00

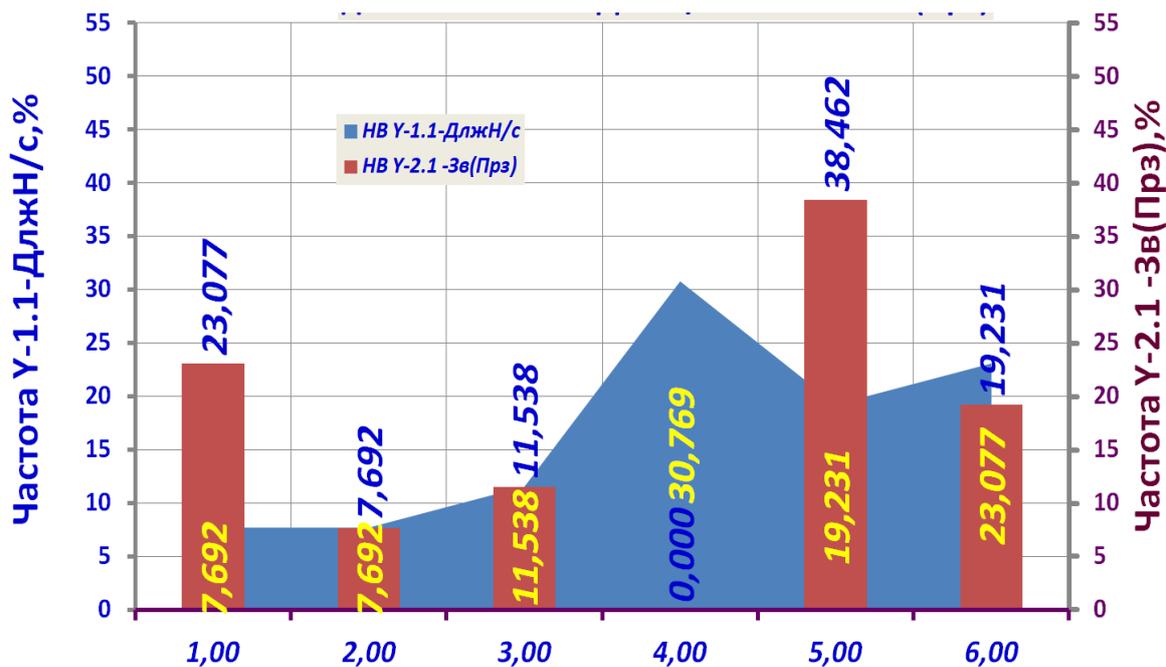


Рис. 16. Гистограмма результатов оценки частот по интервальным рядам. Оценка частот по Y-1-1-ДлжН/с и Y-2-1-Зв(Прз)

Случаи, когда распределение непонятно, даже если величина интервала определена математическим способом, встречаются часто. Здесь уместно вспомнить то, о чём шла речь при анализе рядов распределения, а именно – как часто встречаются в отчётных данных Арбитражных Судов похожие по применяемому законодательству дела. Следовательно, вполне достаточно выбрать такую величину интервала, которая будет понятна тем, кто проводит статистический анализ. Например, для рассматриваемого случая в 5-м интервале оценки (рис. 16 и табл. 33) количество дел с решением о признании должников несостоятельными Y-1-1-ДлжН/с составили 19,231 %, в то же время принятых заявлений к производству Y-2-1-Зв(Прз) было 38,462 %. Можно определить, какие данные чаще всего встречаются, а какие нет. И не исключено, что результаты анализа 2-го интервала покажутся менее привлекательными.

Пример. Произвести статистическую оценку совокупности данных отчёта Арбитражных судов с вероятностью $\alpha=0,05$ при наличии с неизвестными средними $\mu_1 = Y-3.1$ -Пр-Бнки $\mu_2 = Y-2.1$ -Зв(Прз), отличающихся друг от друга на постоянную величину $\gamma=-18120$ и известными дисперсиями (или расчётными) σ_1^2 или σ_2^2 при двух случайных выборках $n_1 = 26$ и $n_2 = 26$ наблюдений (табл. 34 задания), распределённых нормально.

Отличие γ средних двух совокупностей μ_1 и μ_2 равно $\gamma = -18120$. Задана вероятность $\alpha = 0,05$. Необходимо проверить гипотезы, которые в формализованном виде можно представить:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma & \text{— нулевая гипотеза} \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma & \text{— альтернативная гипотеза} \end{cases}$$

Оценка гипотезы по Z-критерию. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы из совокупностей (табл. 33), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$$

Статистика по Z-критерию, рассчитываемая по формуле $Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$ будет равна

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{18266,8077 - 30188,3846 - (-18120)}{\sqrt{\frac{1,175E+08}{26} + \frac{2,659E+06}{26}}} = 2,883$$

По табличному критерию «отклонения» $|Z_0| > Z_{\alpha/2}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 2,883 > 0,481087$ указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию). По критерию «отклонения» $Z_0 < -Z_{\alpha}$, расчётное условие Z-критерия имеет вид $Z_0 = 2,883 > -0,96215$, что указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» т. к. соответствует условию отклонения. По табличному критерию «отклонения» $Z_0 > Z_{\alpha}$, расчётное условие Z-критерия $Z_0 = 2,883 > 0,96215$ также указывает на то, что гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (что совпадает с оценкой гипотез по t-критерию по всех случаях).

Таблица 34

Показатели функции отклика

Наименование показателя	Период оценки									Величины			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	γ	α		
Количество выборки n_{i-1}	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9				
Дела с решением о банкротстве – Y-3.1 -Пр-Бнк	7,643E+03	8,683E+03	9,603E+03	1,007E+04	1,070E+04	1,259E+04	1,300E+04	1,314E+04	1,315E+04	-18120	0,05		
	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
	Y_{10}	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}				
	1,344E+04	1,384E+04	1,391E+04	1,416E+04	1,423E+04	1,450E+04	1,488E+04	1,492E+04	1,601E+04				
	Y_{19}	Y_{20}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}	Y_{26}	Y_{28}				
	1,651E+04	1,929E+04	1,929E+04	3,047E+04	3,391E+04	4,395E+04	4,400E+04	4,409E+04	-				
Принято заявлений к производству – Y-2.1-Зв(Прз)	2,703E+04	2,703E+04	2,735E+04	2,735E+04	2,742E+04	2,742E+04	3,002E+04	3,002E+04	3,118E+04				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
	Y_{10}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}				
	3,118E+04	3,118E+04	3,323E+04	3,323E+04	3,323E+04	3,323E+04	3,323E+04	3,327E+04	3,327E+04				
	Y_{19}	Y_{20}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}	Y_{26}	Y_{27}				
	3,327E+04	3,327E+04	3,327E+04	3,555E+04	3,555E+04	3,555E+04	3,558E+04	3,558E+04	-				

Оценка гипотезы по t-критерию. Случай, когда нет оснований предполагать, что дисперсии одинаковы. По исходным данным, оценка нулевой и альтернативной гипотезы $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ из совокупностей (табл. 33), представленная в формализованном виде как

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases} \text{ или } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$$

будет по статистике $t_{0(s)}$, равна

$$t_{0(S)} = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \gamma}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = 0,054,$$

при расчётном числе $v_{(S)}$ степеней свободы t-распределения

$$v_{(S)} = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(s_1^2/n_1\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(s_2^2/n_2\right)^2}{n_1+1}} - 2 = 9,735.$$

Гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклоняется» (табл. 30),

$$\begin{aligned} &\text{если } |t_0| \geq t_{\alpha/2;v} \text{ для оценки гипотез } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma, \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma, \end{cases} \\ &t_0 > t_{\alpha;v} \text{ для случая оценки гипотез } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma. \end{cases} \\ &\text{и } t_0 < -t_{\alpha;v} \text{ для случая оценки гипотез } \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma. \end{cases} \end{aligned}$$

В рассматриваемом варианте оценки гипотез, табл. 19, после расчёта критерия $t_{0(S)}$, который будет равен $t_{0(S)} = 2,827 > t_{\alpha=0,05;v_{(S)}} = 0,85125$, ясно,

что вывод об отклонении гипотез $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma \end{cases}$ соответствует условию

$|t_0| \geq t_{\alpha/2;v}$. В этом случае нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ «отклонена», (т. е. не принята). А гипотеза $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq \gamma$ – «не отклонена». При рассмотрении варианта оценки гипотезы, когда расчет критерия $t_{0(S)}$, при $t_{0(S)} = 2,827 > t_{\alpha=0,05;v_{(S)}} = -1,70250$ (см. табл. 27) можно сделать вывод

о том, что гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 < \gamma \end{cases}$ так же соответствует условию отклонения $t_0 < -t_{\alpha;v}$. Анализ данного варианта оценки гипотезы $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ указывает на её «отклонение».

И, наконец, при рассмотрении варианта, когда при $t_{0(S)} = 2,827 < t_{\alpha=0,05;v_{(S)}} = 1,7250$ по критерию отклонения $t_0 > t_{\alpha;v}$ гипотеза $\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 > \gamma \end{cases}$ удовлетворяет приведенному условию. Отсюда вывод – нулевая гипотеза $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \gamma$ может быть отклонена. Таким образом, по всем вариантам «отклонения» нулевой гипотезы по t-критерию её нужно отклонить (нулевая гипотеза «отклонена»).

Анализ данных по частоте дел, количеству и величине интервала. Для

более полного представления анализа отчётных данных Арбитражных Судов целесообразно произвести характеристику результатов отклонений. В данном случае применим способ Стерджесса [13, 14].

Количество интервалов (КИ) вариационного ряда совокупности НВ У-3.1 -Пр-Бнк – рения по банкротству (табл. 34) составит

$$КИ = 1 + \frac{\lg n}{\lg 2} = 1 + \frac{\lg 26}{\lg 2} = 8,022368 \approx 8,0,$$

где n – количество значений в совокупности отчётных данных.

Величина интервала dZ – размах варьирования по анализируемым данным совокупности НВ НВ У-3.1 -Пр-Бнк равен

$$dZ = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{КИ} = \frac{44086,0 - 7643,0}{8,022368} = 6393,016 ,$$

где $\text{Max} = 44086,0$ – максимальное значение вариационного ряда совокупности;

$\text{Min} = 7643,0$ – минимальное значение вариационного ряда совокупности.

Количество интервалов (КИ) вариационного ряда совокупности У-2.1-Зв(Прз) – принято заявлений к производству (табл. 33) составит

$$КИ = 1 + \frac{\lg n}{\lg 2} = 1 + \frac{\lg 26}{\lg 2} = 8,022368 \approx 8,0,$$

где n – количество значений в совокупности отчётных данных.

Величина интервала dZ – размах варьирования по анализируемым данным совокупности У-2.1-Зв(Прз) равен

$$dZ = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{КИ} = \frac{35583,00 - 27032,00}{8,022368} = 1500,00 ,$$

где $\text{Max} = 35583,00$ – максимальное значение вариационного ряда совокупности;

$\text{Min} = 27032,00$ – минимальное значение вариационного ряда совокупности.

Результаты расчётов по определению количества и величины интервалов (КИ) и (ВИ) приведены в табл. 35. Не исключено, что данные приведённые в таблице и на гистограмме покажутся менее привлекательными (рис. 17).

Таблица 35

Количество и величина интервалов

Показатели расчёта частот (оценка У-3.1 -Пр-Бнк)			Показатели расчёта частот (оценка НВ У-2.1 -Зв(Прз))				Относитель- ная частота μ , %		
Номер и количест- во интер- валов μ_1	У-3.1 -Пр-Бнк		Всего значений μ_1 по ин- тервалу	Номер и количест- во интер- валов μ_2	НВ У-2.1 - Зв(Прз)		Всего значений μ_2 по ин- тервалу	Часто- та НВ У-1.1- ДлжН/ с	Часто- та НВ У-2.1 - Зв (Прз)
	Граница интервалов				Граница интервалов				
1	7643,00	14036,02	12	1	27032,00	28532,05	6,0	46,154	23,077
2	14036,02	20429,03	9	2	28532,05 9	30032,11	2,0	34,615	7,692
3	20429,03	26822,06	0	3	30032,11 9	31532,17	3,0	0	11,538
4	26822,06	33215,03	1	4	31532,17 9	33032,23	0,0	3,846	0,000
5	33215,03	39608,08	1	5	33032,23 8	34532,29	10,0	3,846	38,462
6	39608,08	46001,09	3	6	34532,29	36032,35	5,0	11,538	19,231
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6,0	Всего интерва- лов по У-3.1 -Пр- Бнк		6,0	6,0	Всего интервалов по НВ У-2.1 - Зв(Прз)				
Сумма показателей ряда							26,0	100,00	100,00

Выбрана величина интервала, которая интересует эксперта. Для рассматриваемого случая в 1-м интервале оценки (рис. 17 и табл. 34) количество дел с решением по банкротству У-3.1 -Пр-Бнк составили 46,154 %, в то же время принятых заявлений к производству У-2.1-Зв(Прз) в данном интервале было 23,077 %. Не исключено, что результаты анализа 3, 4 и 5-го интервалов покажутся не привлекательными.

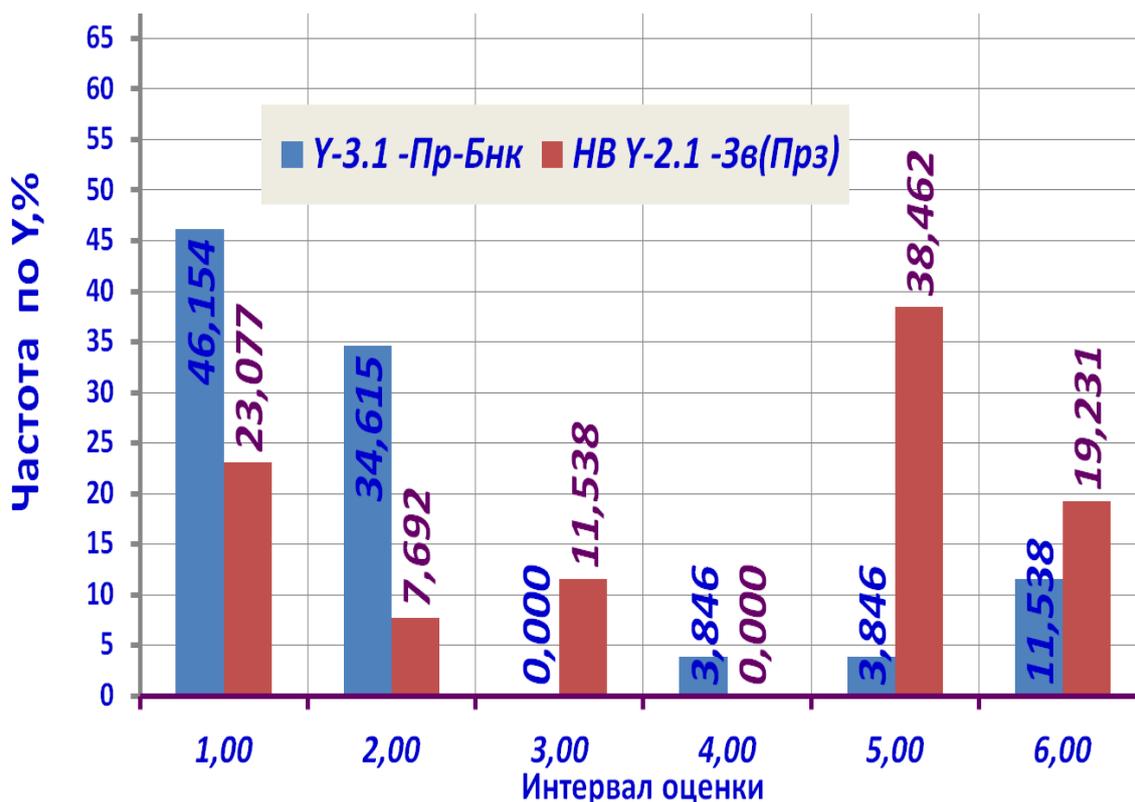


Рис. 17. Гистограмма результатов оценки частот по интервальным рядам.
Оценка частот по Y-3.1 -Pr-Bnk и Y-2-1-Зв(Прз)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gross Karen. Failure and forgiveness: rebalancing the bankruptcy system – New Haven, London, 1997.
2. Абалкин Л.И. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение // Вопросы экономики 1994. № 12. – С. 5.
3. Баренбойм П.Д. Правовые основы банкротства — М.: Белые альвы, 1995.
4. Гурлев В.Г., Хомякова Т.С. Статистика. Математическое планирование и принятие управленческих решений. Учебное пособие / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 95 с.
5. Гурлев В.Г., Т.С. Хомякова. Теория ошибок и математическая обработка результатов экспертных исследований предприятия: учебное пособие / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 90 с.
6. Дюженкова Н.В. Система критериев и показателей для оценки состояния экономической безопасности // Информационный бизнес в России: Сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. семинара. Тамбов, 2001. – С. 42.
7. Езерская С.Г. Сущность и методы оценки экономической безопасности. – Режим доступа – <http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/fem/ryabkina>.

8. Зайцева В. Несостоятельность и банкротство в современном российском праве // Право и экономика, 1999. – №5.
9. Кодинцев А.Я., Билль М.В. Проблемы государственной политики при обеспечении экономической безопасности России / Современные проблемы науки и образования, 2012. – № 3.
10. Кондраков О.В. Мониторинг как элемент обеспечения энергетической безопасности региона // Социально-экономические явления и процессы. Тамбов, 2012. – № 3.
11. Концепция общественной безопасности в Российской Федерации. Утверждена 20 ноября 2013 г. Президентом РФ / Режим доступа – <http://www.scrf.gov.ru>.
12. Кузнецов Е.П. Экономика и управление энергосбережением: учебное пособие / Е.П. Кузнецов, О.В. Новикова, А.С. Дяченко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 600 с.
13. Новый иллюстрированный энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энцикл., 2000. – 912 с.
14. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683.
15. Скобликов П.А. Преюдиция актов арбитражных судов в уголовном процессе: новое прочтение. Журнал российского права № 2(146), 2009.
16. Словарь русского языка: В 4-х т. / АН СССР, Ин-т рус. яз.; под ред. А.П. Евгеньевой. – М.: «Русский язык», 1981. – 698 с.
17. Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 года, утверждена указом президента РФ от 12 мая 2009 г. №537.
18. Телюкина М. Соотношение понятий «несостоятельность» и «банкротство» в дореволюционном и современном праве // Юрист, 1997. – №12.
19. Фрейхейт Е. Большая книга по экономике. – М.: Терра, 1997. – С. 256.
20. Черных П. Историко-этимологический словарь русского языка. Т-1. – М.: Русский язык, 1993. – С. 70.
21. Энергетическая безопасность. Термины и определения / отв. ред. чл.-корр. РАН Воропай Н.И. – М: ИАЦ «Энергия», 2005. – 60 с.