МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# МЕТОДИЧЕКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине (модулю)

***Б1.В.ОД.1Математические и инструментальные методы экономики***

| | |
|---|---|
| Код и направление подготовки | **38.06.01 Экономика** |
| Наименование профиля / программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре/магистерской программы / специализация | ***Математические и инструментальные методы экономики*** |
| Квалификация (степень) выпускника | ***Исследователь. Преподаватель исследователь.*** |
| Факультет | ***Прикладная информатика*** |
| Кафедра – разработчик | ***Системного анализа и обработки информации*** |
| Ведущий преподаватель | ***Павлов Д.А.*** |

**Краснодар 2015**

## Задачи и содержание практических занятий

***Задача*** данного методического пособия состоит в том, чтобы помочь аспиранту с меньшей затратой времени и большей эффективностью освоить программу семинарский занятий по курсу ***Математические и инструментальные методы экономики***, закрепить и углубить знания по теоретическому курсу.

***Цель*** семинарских занятий следующая: - освоение теоретических и методологических положений анализа экономических процессов и систем на основании использования экономико-математических методов и инструментальных средств.

### План семинарских занятий

| № темы лекции | Наименование семинарского занятия |
|---|---|
| 1 | Математический аппарат анализа экономических систем |
| 2 | Модели макроэкономической динамики |
| 3 | Модели и математические методы анализа микроэкономических процессов и систем |
| 4 | Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики |
| 5 | Математические методы и модели анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов |
| 6 | Системы поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях |
| 7 | Методы и средства аккумуляции знаний о развитии экономической-системы и использование искусственного интеллекта при выработке управленческих решений |
| 8 | Моделирование конфликтов в финансово-экономической сфере |
| 9 | Методы математического моделирования рисковых ситуаций |
| 10 | Инфокоммуникационные технологии управления инвестициями |
| 11 | Методы формализованного представления предметной области, программные средства, базы данных, корпоративные хранилища данных. |

## *Занятие 1*. Математический аппарат анализа экономических систем

1. Математическое моделирование экономических систем

**Краткое содержание занятия**

С некоторой долей условности принятие решения с использованием математического моделирования можно разбить на несколько этапов.

***1 этап***. Создание качественной модели. Выделение важных факторов, зависимостей и ограничений, выяснение и уточнение целей
решения задачи.

***2 этап.*** Создание математической модели, т.е. формализация качественной модели, её упрощение и огрубление. Мат. модель включает в себя:

1. Совокупность переменных $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ - ее называют решением задачи, планом задачи, и т.д. Набор обозначений, необходимых для формулирования модели.
2. Целевая функция (***ЦФ***) - функция переменных х которую нужно максимизировать или минимизировать. Целевую функцию обозначают $Z(x)$ или $F(x)$. Другие названия *ЦФ:* критерий, функция цели.
3. Система ограничений (СО), накладываемых на переменные *x.*

*СО* задает множество допустимых решений (*МДР* или *X)* задачи математического программирования: $Z(x) \to extr$ при $x \in X$.

***3 этап***. Решение полученной задачи.

***4 этап***. Сравнение решений с реальной ситуацией, т.е. тестирование модели. Внесение необходимых поправок в качественную и/или математическую модели, подгонка модели.

***5 этап***. Подготовка модели к эксплуатации, её использование.

**Вопросы и упражнения:**

1. Приведите примеры математических моделей из различных областей приложений (экономика, физика, химия и т.п.).
2. Компания производит три вида товаров, с прибылью 10, 25 и 15 руб. на 1 ед. произведенного товара. При производстве используются четыре вида сырья с нормами затрат на 1 ед. выпуска, указанными в таблице. Сколько и какой продукции должна выпускать компания, если запасов сырья имеется 1000, 500, 400 и 650 ед.? Составьте математическую модель задачи.

| | Выпускаемая продукция: | | |
|---|---|---|---|
| Сырьё: | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 10 | 5 | 25 |
| 2 | 40 | 20 | 30 |
| 3 | 2 | 10 | 15 |
| 4 | 20 | 20 | 5 |

3. Измените математическую модель предыдущей задачи, если:

a) надо выпустить не менее 15 ед. продукции вида 1;

б) компания должна израсходовать все сырье второго вида;

в) следует максимизировать не прибыль, а рентабельность;

г) имеется возможность докупить любое количество сырья вида 2 по цене на 10 копеек выше обычной.

4. Как в каждом из этих случаев изменятся решение задачи и ЦФ? Составьте математическую модель задачи о наилучшем рационе питания. Считайте известными нормы потребления калорий, белков, углеводов, жиров, витаминов и т.д., содержание этих компонент в продуктах питания, стоимость продуктов питания и любые другие параметры, необходимые в модели.

5. Как модифицировать модель задачи 4, если уже имеется некоторое количество одного из продуктов питания, которое:

а) обязательно нужно полностью потребить;

б) можно потребить лишь частично;

в) избыток можно продать на рынке.

Как в каждом из этих случаев изменятся решение задачи и *ЦФ?*

6. Имеется ***n*** человек и ***m*** видов работ, которые могут и должны быть выполнены одним человеком каждая. Пусть известны эффективности выполнения этих работ каждым из людей. Как расставить людей по работам наилучшим образом? Составьте математическую модель задачи.

7. Как следует модифицировать модель предыдущей задачи, если:

а) первая работа должна выполняться только третьим человеком;

б) на одной работе могут быть задействованы несколько человек;

в) наряду б) человек может работать на нескольких работах;

г) наряду с б), в) известно, что первый и пятый человек не могут работать на одной и той же работе из-за несовместимости;

е) наряду с б), в) известно, что работы 2 и 10 нельзя совмещать;

д) люди могут работать сверхурочно, с меньшей эффективностью.

Как в каждом из этих случаев изменятся решение задачи и *ЦФ?*

8. Величина спроса на товар линейно падает при увеличении цены. По какой цене будет торговать монополист, если себестоимость производства 1 ед. товара равна s? Сколько будет продано товара, какова будет прибыль? Насколько это отличается от ситуации, когда на рынке действует совершенная конкуренция? Почему монополии считаются вредными в рыночной экономике? Что произойдет, если плановую экономику реформировать в рыночную путем массовой приватизации?

9. Как изменятся поведение монополии и ситуация на рынке, если законодательно установить верхнюю планку рентабельности?

10. Какие способы законодательного регулирования монополий Вы можете предложить? Проанализируйте каждый случай, составив соответствующую математическую модель (считайте функцию спроса линейной).

11. Предложите математическую модель и проанализируйте ситуацию, когда у монополиста появляется один конкурент, такой же, как и

он *(дуополия)*. Проанализируйте ситуацию, когда на рынке имеется *n* одинаковых конкурентов, не сговаривающихся между собой (*олигополия)*.

12. Во время приватизации в России некоторыми политическими силами выдвигалась идея о необходимости раздробления монополистов перед их приватизацией. Считалось, что это уменьшит власть монополии и ее негативное влияние на экономику. Составив модель, проанализируйте возможные последствия такой политики. Что можно сказать о последствиях шоковой приватизации в такой монополизированной экономике, как экономика СССР?

13. Предприятие поставляет продукцию из $\boldsymbol{m}$ складов в и магазинов. Складские запасы и потребности магазинов известны. Ставится задача наилучшего планирования перевозок. Составьте математическую модель.

14. Составьте математическую модель функционирования сельскохозяйственного предприятия, производящего различную продукцию растениеводства и животноводства. Необходимые предположения сделайте сами.

15. В странах, не желающих или не имеющих возможности самостоятельно добывать природные ресурсы, распространена практика заключения договоров о разделе продукции. Суть этого в том, что к разработке месторождения привлекается сторонняя фирма, обладающая технологиями. Для ее привлечения в договоре оговаривается гарантированная прибыль (в процентах от затрат), которая, наряду с компенсацией за затраты, выплачивается фирме. После оплаты гарантированной прибыли оставшееся количество ресурса делится между фирмой и владельцем месторождения в заранее установленных пропорциях. Составьте модель поведения фирмы и выясните, какие опасности может таить договор для владельца месторождения. Считайте, что работы по добыче занимают год.

16. Для подгонки параметров зависимости под эмпирические данные часто используют метод наименьших квадратов (МИК). Суть в том, чтобы так выбрать значения параметров зависимости, чтобы сумма квадратов отклонений расчетных величин от эмпирических была минимальна. Пользуясь этим методом, оцените параметры зависимости между объемом сбыта товара V, ценой P и располагаемым доходом населения D. Используйте следующие данные по различным регионам:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V$, гит. на 1000 чел. | 4550 | 6325 | 5215 | 4010 | 1990 | 2015 | 2938 |
| $P$, руб./шт. | 100 | 80 | 70 | 75 | 60 | 90 | 105 |
| $D$, руб./чел. | 1000 | 1200 | 950 | 800 | 500 | 500 | 700 |

Используйте следующую модель: $V(P,D) = V_0 + k\frac{D-D_0}{P}$.

Сравните рассчитанные значения с настоящими, использованными при получении данных в таблице: $V_0$ = 2000; $k$ = 500; $D_0$ = 500.

17. Получите формулы МНК для модели *y=a+bx*, если известны данные ($x_i$,$y_i$), *i=1,2,...,N*. Как изменятся расчеты, если известно, что a=0? Если b=0?

18. Используя матричную запись, покажите, что оценка МНК для линейной модели $y = \sum_{j=0}^{n} a_j x_j$ при данных ($y_i$,$x_{i1}$,$x_{i2}$,...,$x_{in}$), $i = 1,N$ должна проводиться по формуле:

$$a = (X^T, X)^{-1} X^T Y, \text{где } X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nn} \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_N \end{pmatrix}$$

19. В упражнении 16 используйте простейшую линейную модель: *V=a + bP + cD*.

20. В упражнении 16 используйте модели: *V = a + bP; V = a + cD*.

21. Модель в упражнении 16 равносильна следующей: $VP = V_0P + kD - k_0$. Покажите, что расчет параметров по этой модели и по исходной приводит к разным результатам. Объясните это. Какие еще модели «равносильны» исходной?

22. Убедитесь, что, если исходные данные точно соответствуют используемой модели, безо всяких ошибок, то МНК даст точное значение параметров. Используйте модель *l=a+br* и определите коэффициенты a и b при данных:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *l*, см. | 6.28 | 3.14 | 12.56 | 31.40 | 15.70 | 18.84 |
| *r*, см. | 1.00 | 0.50 | 2.00 | 5.00 | 2.50 | 3.00 |

Какая модель лежала в основе данных таблицы?

**Рекомендуемая литература: [1,2,12-14]**

## *Занятие 2.* Модели макроэкономической динамики

1. Показатели экономической динамики.
2. Понятие динамического равновесия.
3. Модели макроэкономической динамики: модель Харрода-Домара, модель Солоу, линейные модели с дискретным временем (модель Леонтьева, модель Неймана) и с непрерывным временем.

**Краткое содержание занятия**

Модель роста, названная по фамилиям ее создателей, рассматривающая экономический рост при условии постоянства коэффициентов капиталовооруженности и склонности к сбережению. Согласно этой модели, рабочая сила, измеряемая в показателях эффективности с учетом технического прогресса, увеличивается в соответствии с экзогенным естественным постоянным темпом прироста n. Если постоянный коэффициент капиталовооруженности v и постоянный коэффициент склонности к сбережению s, а национальный доход равняется Y, то сбережения равны sY.

При доходе Y желаемый объем капитала равен vY; если он возрастает, когда темп роста g постоянен, то желаемый объем инвестиций равен gvY. Ожидаемые объемы сбережений и инвестиций равны sY=gvY следовательно g=s/v.

Единственный темп роста, который позволяет это сделать, - g=w, гарантированный темп роста экономики, обеспечивающий полное использование ресурсов.

Если w=n, то рост возможен при постоянном удельном весе занятой рабочей силы. Если w<n, то это означает, что гарантированный темп роста экономики, обеспечивающий полное использование ресурсов, меньше естественного темпа, следовательно, сбалансированный рост национального дохода приводит к постоянно увеличивающейся безработице.

Если w>n, то сбалансированный рост становится невозможным, как только будет достигнута полная занятость, так что возникающее замедление темпов роста приводит к кризису.

Модель экономического роста Харрода-Домара может быть противопоставлена модели экономического роста Солоу (Solow growth model), в которой v удовлетворяет любой комбинации s и n

Модель Харрода-Домара указывает на проблемы, которые могут возникнуть, если v и s не способны к изменению; модель Солоу рассматривает, как будет выглядеть мир, если бы эти проблемы были решены.

**Вопросы и упражнения**

1. В чем основное различие задач экономической статики и динамики? Как соотносится рассматриваемый период времени для статических и динамических задач?

2. В чем различие содержания решаемых задач, математического аппарата и получаемых результатов для экономических моделей с дискретным и непрерывным временем?

3. Как может быть записана динамика показателя, растущего:

а) с постоянным дискретным темпом?

б) с постоянным непрерывным темпом?

4. Стоимость ценной бумаги каждый следующий год повышается на 50% или понижается на 40%. Что произойдет с этой стоимостью в длительной перспективе?

5. Доход Y равен сумме потребления C и инвестиций I. Дискретный темп прироста потребления равен 10%, инвестиций - 25%. В начальном году (t =0) C=500, I=150. Чему равен темп роста дохода Y в году 2?

6. Пусть в течение n лет, в конце каждого года, производится выплата кредитору суммы денег, равной 1. Процентная ставка равна /, все

деньги кладутся кредитором в банк под этот процент. Какова будет у него сумма денег к концу года n? Какова должна быть ежегодная выплата в случае i=15%, n=5, чтобы накопленная сумма денег равнялась 100?

7. Как пересчитать непрерывные темпы прироста в дискретные и наоборот?

8. Пусть оценена производная функция Кобба-Дугласа в темповой записи $y = 0{,}4\ k + 0{,}7\ l + 0{,}5$, где y, k, l - годовые темпы прироста дохода, капитала и труда (в %):

а) можно ли по этой формуле оценить величину вклада технического прогресса в темп прироста дохода?

б) можно ли оценить долю вклада технического прогресса в темпы прироста дохода?

в) как изменится формула, если темпы прироста измерять не в процентах, а в абсолютном выражении?

9. Сформулируйте понятие экономического равновесия. Чем устойчивое равновесие отличается от неустойчивого?

10. Для дифференциального уравнения $x=к(x-x_e)$ приведите пример частного решения, сформулировав это понятие.

11. Запишите решение разностного уравнения $x_t = x_{t-1} + k(x_{t-1}- x)$ и поясните его поведение при разных значениях коэффициента к. Может ли решение этого уравнения, и если да, то в каком случае, “перескакивать” состояние равновесия $x_e$?

12. Имеется паутинообразная модель $S_t = 20 + 30p_{t-1}$; $D_t = 100 - 50p_t$; $S_t = D_t$. Пусть $p_0$=0,5, чему равно $p_t$?

13. Пусть в паутинообразной модели функция спроса равна $D_t=3/p_t$ функция предложения $S_t = 5p_{t-1}$, $p_0 = 1$. Изобразите графически динамику цен и объемов выпуска. Каковы равновесные цена и выпуск? Является ли равновесие устойчивым?

14. Пусть в макроэкономической модели роста темп прироста потребления задается экзогенно. Что произойдет, если он больше технологического темпа прироста 1/B?

15. Как связан темп прироста выпуска с нормой накопления?

16. Как соотносятся темпы прироста выпуска в модели Харрода-Домара и схемах расширенного воспроизводства К.Маркса?

17. Как выбрать норму накопления при заданном темпе прироста потребления в макромодели роста?

18. В чем состоит проблема выбора наилучшего темпа роста потребления в модели Харрода-Домара? Какие Вы можете предложить подходы к ее решению?

19. Чем предпосылки модели Солоу отличаются от предпосылок модели Харрода-Домара? Какие общие принципы заложены в этих моделях?

20. Рассмотрите частный случай модели Солоу с постоянной численностью занятых и без технического прогресса. Запишите формулу для устойчивого состояния. Сформулируйте Золотое правило сбережения.

21. Рассмотрите частный случай модели Солоу с постоянной численностью занятых и с трудосберегающим техническим прогрессом с темпом g. Запишите формулу для устойчивого состояния. Сформулируйте Золотое правило сбережения.

22. Пусть производственная функция имеет вид $Y = 5K^{1/3}L^{2/3}e^{0,03t}$. Норма выбытия капитала 0,08. Численность занятых растет на 2% в год. Норма сбережения 25%. Каков устойчивый уровень капиталовооруженности единицы труда с постоянной эффективностью? Каков устойчивый уровень удельного дохода, инвестиций, потребления? Соответствует ли данная норма сбережения Золотому правилу? Если нет, то какой она должна стать для этого? Каков устойчивый уровень удельного дохода, инвестиций, потребления по Золотому правилу?

**Рекомендуемая литература: [осн. 1,2,5,12-14]**

## Занятие 3. Модели и математические методы анализа микроэкономических процессов и систем

1. Модели поведение потребителей
2. модели поведение производителей
3. модели взаимодействия потребителей и производителей

**Краткое содержание занятия**

*Модель поведения потребителя*

Рассмотрим пример задачи, в которой задано:

Функция полезности: $U = y_1^{1/2} \times y_2^{1/2}$

Цены на блага: $P_1=8$, $P_2=16$

Доходы потребителя : M=600

Требуется:

1. Сформулировать модель поведения потребителя
2. Найти решение данной модели, то есть построить функцию спроса на блага

$$y_1 = y(p_1, p_2, m)$$

$$y_2 = y(p_1, p_2, m)$$

3. Вычислить оптимальные значения спроса на блага $y_1$, $y_2$ для исходных данных

4. Определить реакцию потребителя на изменение дохода, если $\Delta M=200$

Решение:

Модель поведения потребителя должна учитывать предпочтения потребителя и бюджетные ограничения.

Формально модель поведения потребителя на рынке является обычной задачей отыскания условного максимума. Требуется найти такой вектор благ Y, который бы максимизировал функцию полезности и удовлетворял бы бюджетным ограничениям.

$$\max(U(Y)) \text{при} \sum_{i=1}^{n} yp = M, y \geq 0 \qquad (1)$$

Так как целевая функция положительна и непрерывна, а допустимое множество замкнуто, то решение существует, так как условная функция строго вогнута, а допустимое множество наборов выпукло, следовательно решение единственно.

Решение находим методом Лагранжа. Строим функцию Лагранжа:

$$L(y,\lambda) = U(y) - \lambda\left(\sum_{i=1}^{2} P_i y_i - M\right)$$

$$\begin{cases} L'_{y_1} = \dfrac{y_2^{1/2}}{2y_1^{1/2}} - 8\lambda \\ L'_{y_2} = \dfrac{y_1^{1/2}}{2y_2^{1/2}} - 16\lambda \\ L'_{\lambda} = 600 - 8y_1 - 16y_2 \end{cases} \qquad (2)$$

Таким образом, оптимальный набор $y^* = (y_1^*, y_2^*)$ задачи (1) должен являться решением системы уравнений (2)

Итак:

**1.**

$\dfrac{\partial U}{\partial y_1} = \lambda P_i$ - в точке оптимального выбора цены пропорциональны предельным полезностям благ.

**2.**

$\dfrac{\partial U}{\partial y_i} : \dfrac{\partial U}{\partial y_j} = P_i : P_j$ отношение предельных полезностей благ равно отношению цен.

**3.**

$\dfrac{\partial U}{\partial y_i} : P_i = \dfrac{\partial U}{\partial y_j} : P_j = \lambda$ -предельная полезность, приходящаяся на денежную единицу, должна быть одинаковой для всех благ.

Как мы уже знаем, при любых положительных ценах и доходе решение задачи поведения потребителя существует и единственно. Выбор потребителя зависит от конкретных значений переменных P и M, то есть является функцией спроса Y=Y(P,M) или Y=($y_1$(P,M) , $y_2$(P,M)) - в нашем случае.

Надо учитывать, что при пропорциональном изменении цен и дохода спрос не изменится, то есть для любого положительного числа $\lambda$

$$Y = Y(\lambda p, \lambda M) = \lambda Y(p, M) = Y(p, M)$$

то есть функция спроса является однородной в нулевой степени однородности.

Итак, в общем виде функция спроса в нашей задачи есть

$$U = y_1^{1/2} y_2^{1/2}$$

Так как функция полезности определяется с точностью до положительных монотонных преобразований, то мы имеем право записать: $U = \frac{1}{2}\ln y_1 + \frac{1}{2}\ln y_2$

Используя вывод №2 можно сказать:

$$\begin{cases} \dfrac{1}{2y_1} : \dfrac{1}{2y_2} = P_1 : P_2 \\ P_1 y_1 + P_2 y_2 = M \end{cases} \quad \begin{cases} y_2 = \dfrac{P_1 y_1}{P_2} \\ P y_1 + P_2\left(\dfrac{P_1 y_1}{P_2}\right) = M \end{cases} \quad \begin{cases} y_2 = \dfrac{P_1 M}{P_2 2 P_1} \\ y_1 = \dfrac{M}{2P_1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{y_2}{y_1} = \dfrac{P_1}{P_2} \\ P_1 y_1 + P_2 y_2 = M \end{cases} \quad \begin{cases} Y_2 = \dfrac{P_1 y_1}{P_2} \\ 2P_1 y_1 = M \end{cases} \quad \begin{cases} y_1 = \dfrac{M}{2P_1} \\ y_2 = \dfrac{M}{2P_2} \end{cases}$$

Таким образом оптимальный спрос на первое благо равен $y_1^* = M/2P_1$,

а на второе благо - $y_2^* = M/2P_2$, то есть можно сказать, что функция спроса будет

$Y = \left(\left(\dfrac{M}{2P_1}\right), \left(\dfrac{M}{2P_2}\right)\right)$ при оптимальном выборе потребителя.

Ну а теперь вычислим оптимальные значения спроса на блага $y_1$, $y_2$, для исходных данных.

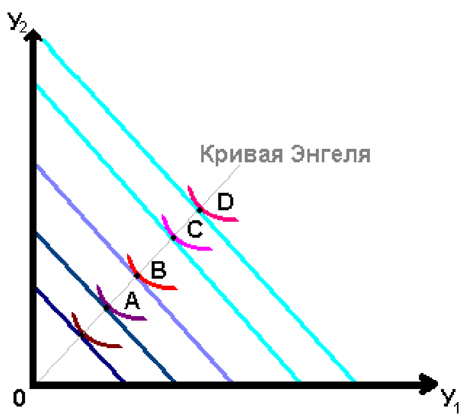
Так как M=600, $p_1$=8, $p_2$=16, то имеем

$$y_1^* = \frac{600}{2 \times 8} = 37.5$$

$$y_2^* = \frac{600}{2 \times 16} = 18.75$$

Какова же будет реакция потребителя на изменение дохода?

Сначала графически представим изменение спроса при изменении дохода. Пусть изменится доход М. Тогда произойдет параллельное смещение бюджетной прямой. С изменением дохода изменится и спрос. На каждой бюджетной прямой существуют такие точки, в которых максимизируется функция полезности (точки A, B, C, D). Линия AD - кривая доход-потребление, или кривая Энгеля. Она показывает, как при фиксированных ценах меняется объем потребления каждого из благ в зависимости от дохода. Рисунок 1 применим к случаю, когда ни один из товаров не является товаром Гиффина. Если же один из товаров - товар Гиффина, то кривая сместится в сторону качественного товара, а спрос на Гиффинский товар - упадет.




Итак, если изменения в размере дохода незначительны, то закономерности изменения спроса изучаются при помощи частных производных от функции спроса по доходу. Решение системы (2) можно рассматривать как неявную функцию от М.

Итак, мы должны определить $\frac{\partial y_1}{\partial M}; \frac{\partial y_2}{\partial M}; U = y_1^{1/2} y_2^{1/2}$

Для этого построим матрицу Гессе, «окаймленную» ценами:

$$\begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & -P_1 \\ U_{21} & U_{22} & -P_2 \\ P_1 & P_2 & 0 \end{pmatrix} \text{ где } U_{ij} = \frac{\partial U}{\partial y_i \partial y_j}$$

Итак:

$$\Delta_{3,1} = (-1)^{3+1} \times \begin{vmatrix} 0.0094 & -8 \\ -0.0188 & -16 \end{vmatrix} = -0.1504 - 0.1504 = -0.3008$$

$$\Delta_{3,2} = (-1)^{3+2} \times \begin{vmatrix} -0.0047 & -8 \\ 0.0094 & -16 \end{vmatrix} = -(0.0752 + 0.0752) = -0.1504$$

$$\frac{\partial y_1}{\partial M} = \frac{-0.3008}{-4.8128} = 0.0625; \frac{\partial y_2}{\partial M} = \frac{-0.1504}{-4.8128} = 0.03125$$

Итак, вектор $y/_{M} = \left( y_1/_{M}, y_2/_{M} \right)$ отражает реакцию потребителя, изменение его спроса при увеличении дохода. Так как $\frac{y_1}{M}$ и $\frac{y_2}{M}$ положительны, то с ростом дохода количество закупаемого товара первого второго типа увеличится.

Найдем прирост закупок:

$$\Delta y_1 = \frac{\partial y_1}{\partial M} \times \Delta M = 0.0625 \times 200 = 12.5$$

$$\Delta y_2 = \frac{\partial y_2}{\partial M} \times \Delta M = 0.03125 \times 200 = 6.25$$

Теперь проверим бюджетные ограничения:

$y_1p_1+y_2p_2=M$

$$\left(y_1 + \Delta y_1\right)p_1 + \left(y_2 + \Delta y_2\right)p_2 = M + \Delta M$$

$$(37.5 + 12.5) \times 8 + (18.75 + 6.25) \times 16 = 600 + 200$$

$$400 + 400 = 600 + 200 = 800$$

**Итак, при приросте бюджета в 200 продажи первого типа товаров увеличится на 12,5, а второго - на 6,25 и составит для первого - 50, для второго - 25.**

*Модель поведения производителя*

**ПРИМЕР**. Пусть известна средняя заработная плата $w = 10^3$ ден. ед. в мес. и период амортизации основных производственных фондов $n = 12$ мес. Требуется рассчитать оптимальный размер производственных фондов и оптимальную численность работников. Затем нужно определить, во сколько раз увеличится прибыль фирмы при переходе к оптимальным затратам факторов производства.

**Решение. П**роизводственная функция фирмы: $F(K, L) = 100K^{1/2}L^{1/3}$. Цена труда $p_L = w = 10^3$ ден. ед.— это заработная плата, а цена капитала $p_K = 1/n = 1/12$ ден. ед. равна ежемесячным амортизационным отчислениям на содержание одной денежной единицы производственных фондов, поэтому прибыль фирмы при таких затратах труда и капитала равна

$$\Pi(K, L) = X - p_K K - p_L L = 10^7 - \frac{1}{12}10^8 - 10^3 10^3 = \frac{2}{3}\text{ млн. ден. ед.}$$

Оптимальный размер фирмы задается условиями, состоящими в том, что предельные эффективности ресурсов должны быть в оптимальной точке равны ценам ресурсов. В данном случае предельная фондоотдача и предельная производительность труда равны соответственно

$$\frac{\partial X}{\partial K}=50K^{-1/2}L^{1/3}, \qquad \frac{\partial X}{\partial L}=\frac{100}{3}K^{1/2}L^{-2/3},$$

Поэтому условия оптимального размера фирмы принимают вид

$$\begin{cases}50K^{-1/2}L^{1/3}=1/12,\\ \dfrac{100}{3}K^{1/2}L^{-2/3}=10^3\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}600L^{1/3}=K^{1/2},\\ K^{1/2}=30L^{2/3}\end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases}600L^{1/3}=30L^{2/3},\\ K=900L^{4/3}\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}K^*=144\,000\,000,\\ L^*=8000.\end{cases}$$

При этом выпуск фирмы составит

$$X^*=100(K^*)^{1/2}(L^*)^{1/3}=100(144\,000\,000)^{1/2}(8000)^{1/3}=24\,000\,000 \text{ ден. ед.},$$

а прибыль

$$\Pi^*(K,L)=X^*-p_K K^*-p_L L^*=24\cdot 10^6-\frac{1}{12}144\cdot 10^6-10^3\cdot 8\cdot 10^3=$$
$$=4 \text{ млн. ден. ед.}$$

**Вопросы и упражнения**

1. Производственная функция фирмы имеет следующий вид:
$X = -4x_1^2 + 24x_1 + 2x_1x_2 + 6x_2 - x_2^2$, где $x_1$, $x_2$ — затраты ресурсов.
Определить максимальный выпуск и обеспечивающие этот выпуск затраты ресурсов.

2. Производственная функция фирмы имеет следующий вид:
$X = 3x_1^{1/3}x_2^{1/3}$.
Определить предельные продукты по ресурсам и построить изокванту $X=3$. Написать уравнение изоклинали (линии наибольшего роста выпуска), проходящей через точку $x_1 = 1$, $x_2 = 1$, найти нормы замены первого ресурса вторым в этой точке.

3. Производственная функция
$X = 5\, x_1^{1/3}x_2^{1/3}x_3^{1/3}$
описывает зависимость между затратами ресурсов $x_1$, $x_2$, $x_3$ и выпуском X.
Определить максимальный выпуск, если
$x_1 + x_2 + x_3 = 9$.
Каковы предельные продукты в оптимальной точке?

4. Рекламное объявление в газете стоит 500 марок, минута телевизионного времени — 1500 марок. Недельный рекламный бюджет фирмы — 15 000 марок. Если $x_1$, $x_2$ — соответственно число объявлений в газете и число минут рекламного времени на телевидении в неделю, то прибыль фирмы за неделю
$\Pi(x_1, x_2) = 4x_1 x_2 - 5x_1^2 - x_2^2 + 20x_1 + 100000$.
Как следует использовать рекламный бюджет, чтобы прибыль была максимальна?

5. Найти среднюю и предельную эффективность ресурса $x_2$, если производственная функция имеет вид:

$$F(x_1, x_2) = x_2 \frac{2x_1^2 + x_2^2}{3x_1^2 + x_2^2}$$

6. При данном уровне производства предельный продукт труда равен 5 единицам продукции в месяц, а предельный продукт фондов равен 10 единицам в месяц. Определить предельные нормы замещения труда фондами и фондов трудом.

7. Производственная функция небольшого цеха, изготавливающего рамы для картин, имеет вид:

$X=5K^{1/2}L^{1/2}$,

где $X$ — число картин, вставленных в раму за день; $K$ — число часов работы машин за день; $L$ — число работающих.

Каковы средний и предельный продукты труда при $K = 9$, $L = 9$?

Как изменятся эти продукты при удвоении затрат ресурсов?

8. Прибыли двух фирм, конкурирующих на рынке одного товара, и цена товара соответственно равны

$П1(X_1, X_2) = [9-(X_1+X_2)]X_i$, $i = 1,2$,

$p(X_1, X_2) = 15-(X_1 + X_2)$,

где $X_1$, $X_2$ — выпуски фирм.

Определить оптимальный выпуск каждой фирмы при известном выпуске другой. Каковы наилучшие ответы первой фирмы на стратегии второй фирмы:

*а)* $X_2 = (9-X_1)/2$ *б)* $X_2 = (9-X_1)/3/2$. Каков будет общий выпуск при объединении фирм?

Какой из вариантов («а», *«б»* или объединение фирм) предпочтительнее для потребителя продукции?

9. Издержки и цена на продукцию однопродуктовой фирмы следующим образом зависят от выпуска $X$:

$C(X) = \gamma X^2 + \beta X + \alpha$, $p(X) = a - bX$.

*а)* Какой выпуск выберет фирма?

*б)* Как будет меняться поведение фирмы при введении налоговой ставки $t$ (включим явным образом расходы на выплату налогов в издержки: $\beta = \beta_0 + t$)?

*в)* Найти зависимость поступлений в бюджет от налоговой ставки (кривая Лаффэра).

10. Производственная функция фирмы

$X = F(x_1, x_2) = A \ln x_1, x_2$, $x_i > x_i^{\circ} > 1$, $i = 1, 2$.

Найти функции спроса на ресурсы $x_1$ $(p, w_1, w_2)$, $x_2$ $(p, w_1, w_2)$, если $p$ — цена продукции; $w_1$, $w_2$ — цены ресурсов.

Как изменятся выпуск и спрос на ресурсы при возрастании цены продукции?

11. Производственная функция фирмы:

$X = 10x_1^{1/3}x_2^{2/3}$.

Цены покупки ресурсов: 5 и 10 ден. ед./ед. соответственно. Каков наибольший выпуск при издержках С = 100 ден. ед.? Какой смысл имеет множитель Лагранжа?

12. Каков содержательный экономический смысл конкурентного равновесия в модели Вальраса?

13. Дать экономическую интерпретацию условиям теоремы Эрроу-Дебре. Проверить, какие из условий теоремы Эрроу—Дебре выполняются в следующей модели.

Имеются два товара и один потребитель, технологическое множество производственного сектора задается в таком виде: $Y = \{(y_1, y_2) : 0 \leq y_1 \leq 1, \; y_2 = 0\}$.

Функция полезности потребителя имеет вид

$u(x_1, x_2) = x_1 + x_2^{1/2}$

и определена на множество

$X = \{(x_1, x_2) : x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_2 - 1 \leq x_1 \leq x_2 + 1\}$.

Весь доход производственного сектора $p_1 y_1 + p_2 y_2$ поступает в распоряжение потребителя.

**Рекомендуемая литература: [осн.1,2,5,12-14]**

## Занятие 4. Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики

1. Теория выбора портфеля

**Краткое содержание занятия**

*Задача*:

Облигация со сроком погашения через 15 лет (n=15) и ставкой купона 3% (k = 0,03) была куплена через 2 года после выпуска.

По какой цене была куплена облигация, если норма доходности инвестора была равна 12% (r=0,12). Какова будет стоимость этой облигации через год, если рыночная ставка (норма доходности) упадет до 8%.

*Решение*:

1. Определим цену облигации, купленной через 2 года после выпуска, принимая номинал за 1 (N=1).

PV = =0,415 или 41,5%,

2. Определим цену облигации, купленной через 3 года после выпуска, принимая номинал за 1 (N=1) при r1=0,08.

PV = 0,6113 или 61,13%

*Задача*:

По акции "Р" выплачен текущий дивиденд в размере 3,00 (D=3,0). Ожидается, что со следующего года рост дивидендов в течение 3 лет составит 20%, после чего снизится до среднеотраслевого уровня в 8%.

Определите стоимость акции на текущий момент, если норма доходности равна: а) 15%; б) 20%.

Решение:

1. Определим стоимость акции при Y=0.15 применяя комбинацию модели дисконтирования дивидендов и модели постоянного роста Гордона-Шапиро:

P=;

P = 30,4

2. Определим стоимость акции при Y=0.2 применяя комбинацию модели дисконтирования дивидендов и модели постоянного роста Гордона-Шапиро:

P = 30,0

Задача:

Предположим, что текущая рыночная доходность составляет E (Rм) =16%, а безрисковая ставка RF=10%. Ниже приведены доходности и бета-коэффициенты акций A, B и C.

| Вид актива | Доходность (в%) | |
|---|---|---|
| A | 16% | 1,2 |
| B | 19% | 1,4 |
| C | 13% | 0,75 |

а) Какие из акций являются переоцененными согласно CAPM;

б) Какие из акций являются недооцененными согласно CAPM;

в) Дайте графическую иллюстрацию ответу.

*Решение*:

1. Рассмотрим значение доходности акции по модели CAPM в виде уравнения характерной линии ценной бумаги: E (Rt) = RF + i [E (RM) - RF]

2. Ожидаемая доходность акции A: E (RA) = 10 + 1,2 [16 - 10] = 17,2; заявленная доходность акции A - 16%, следовательно акция является недооцененной согласно CAPM;

3. Ожидаемая доходность акции B: E (RB) = 10 + 1,4 [16 - 10] = 18,4; заявленная доходность акции B - 19%, следовательно акция является переоцененной согласно CAPM;

4. Ожидаемая доходность акции C: E (RC) = 10 + 0,75 [16 - 10] = 14,5; заявленная доходность акции C - 13%, следовательно акция является недооцененной согласно CAPM;

5. Построим график: все найденные значения доходностей акций лежат на характерной линии SML, первоначально указанные в таблице доходности не лежат на данной линии.

E

(Rt)

1
8,4
1
7,2
1
4,5
1
0
(
,75 ,0 ,2 ,4

*Задача*:

Стоимость компании без долговых обязательств V=10 млн. Компания собирается эмитировать долговые обязательства номинальной стоимостью F=7 млн. со сроком погашения через T=10 лет. Стандартное отклонение доходности компании S=0,6324, безрисковая ставка - 10% (r=0.1).

Определить стоимость собственного капитала компании.

*Решение*:

1. Долговые обязательства, выпускаемые компанией - это облигации с нулевым купоном. Если предположить, что безрисковая ставка одинакова для всех сроков и не меняется во времени, то стоимость облигаций можно оценить по формуле Биэка-Шоунза:

C=Fe [N (dz)] +VN (-d1);

d1=**1,6788**;

где ln1.4286=0.3577;

d2= d1 - S = 1,6788 - 0,6324 = - 0,321

2. Из таблицы нормального распределения получаем

N (-d1) =0.0358; N (d2) =0,1236.

C=7*2,71828*0,1236 + 10*0,0358 = 676307 -

это стоимость облигаций, т.е. стоимость собственного капитала компании.

**Вопросы и упражнения**

1. Геометрическое построение

(первые 8 упражнений относятся к портфелям из двух активов). Определить точку (0, c(-1)) по активам ($\sigma_1$, $m_1$) и ($\sigma_2$, $m_2$), используя геометрическое построение?

2. Ожидаемая доходность портфеля с минимальным риском.

При каком значении р величина с(р) = min ?

3. Особая точка.

Какую роль играет точка ($\sigma_1$, $m_1$) и при с = $m_1$?

4. Как минимальный риск зависит от коэффициента корреляции? Какая функция описывает зависимость минимального риска от коэффициента корреляции $\rho$?

5. Каковы свойства минимального риска как функции $\rho$?

Как ведет себя функция $a= o(\rho)$ на всем интервале $-1 < \rho < 1$ и вблизи его концов. Каков ее максимум, где он достигается и что меняет доминирование? Проиллюстрируйте ответы графиком конкретной функции в ситуации $m_1$ = 0,05, $m_2$ = 0,08, $\sigma_1$ = 0,3, $\sigma_2$ = 0,6.

6. Минимальный риск как функция параметра $\mu$.

Почему такой риск естественно рассматривать как функцию $\mu$? Укажите выражение для $a^2$ в виде функции $\mu$ на [c(l), c(—1)] в ситуации (2.12-1).

7. Конкретное множество ДП в нестандартной модели Марковица. Опишите множество ДП в модели Марковица и при $\rho_1 \leq \rho \leq \rho_2$. где $\rho_1$ и $\rho_2$ произвольные числа из всех возможных.

8. Эффективные портфели в модели Блэка.

Как провести прямую прообраз кривой минимального риска? И где на ней лежат эффективные портфели в модели Блэка?

9. Найти второй прообраз у конкретной точки.

В ситуации примера 1 найти прообраз точки ($\sigma$, $\mu$) = (0.24, 0.15), отличный от точки ($x_1$, $x_2$, $x_3$) = (0,1,0).

**Рекомендуемая литература: [осн.6,8,9,14]**

## Занятие 5. Математические методы и модели анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов

1. Эконометрические модели прогнозирования
2. Экспертные методы прогнозирования
3. Прогнозирование экономического роста

### Краткое содержание занятия

*Структурная форма модели.* Она отражает одно- и многосторонние стохастические причинные отношения между экономическими величинами в их непосредственном виде. Эта система уравнений, отражающих наличие одновременных экономических взаимосвязей, называется системой одновременных или структурных уравнений. В структурном уравнении содержится одна или несколько совместно зависимых переменных.

Наряду со структурными уравнениями эконометрическая модель может содержать так называемые определяющие уравнения – тождества. Тождества не содержат возмущений и их параметры в общем случае равны единице, следовательно, они не подлежат оценке. Примером может быть следующая модель:

$$
\begin{aligned}
&C_t = \alpha_0 + \alpha_1 (Y_t - T_t);\\
&I_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 R_t;\\
&I_t = C_t + I_t + G_t.
\end{aligned}
$$

*Полная эконометрическая модель*.

а) она охватывает те переменные, которые оказывают существенное влияние на совместно зависимые переменные, а возмущения имеют случайный характер;

б) она содержит столько уравнений, сколько в ней имеется совместно зависимых переменных;

в) система уравнений имеет однозначное решение относительно совместно зависимых переменных.

*Прогнозная, или приведенная форма эконометрической модели.* В данном случае решается система линейных уравнений относительно эндогенных совместно зависимых переменных. Эти переменные являются линейными функциями от предопределенных и возмущающих переменных.

$$
\begin{cases}
y_{t_1} = \delta_{11} x_{t_1} + \delta_{12} x_{t_2} + \ldots + \delta_{1m} x_{t_m} + \varepsilon_1\\
y_{t_2} = \delta_{21} x_{t_1} + \delta_{22} x_{t_2} + \ldots + \delta_{2m} x_{t_m} + \varepsilon_2\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
y_{t_n} = \delta_{n1} x_{t_1} + \delta_{n2} x_{t_2} + \ldots + \delta_{nm} x_{t_m} + \varepsilon_n
\end{cases}.
$$

*Модель из взаимозависимых переменных* (интердепедентная модель). Модель представляет систему структурных уравнений, в которых переменные одновременно удовлетворяют нескольким равенствам, т.е. являются многосторонне зависимыми.

$$
\begin{cases}
y_{t_1} = b_{12} y_{t_2} + b_{13} y_{t_3} + \ldots + b_{1n} y_{t_n} + a_{11} x_{t_1} + a_{12} x_{t_2} + \ldots + a_{1m} x_{t_m} + \varepsilon_1\\
y_{t_2} = b_{21} y_{t_1} + b_{23} y_{t_3} + \ldots + b_{2n} y_{t_n} + a_{21} x_{t_1} + a_{22} x_{t_2} + \ldots + a_{2m} x_{t_m} + \varepsilon_2\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
y_{t_n} = b_{n1} y_{t_1} + b_{n2} y_{t_2} + \ldots + b_{nn-1} y_{t_{n-1}} + a_{n1} x_{t_1} + a_{n2} x_{t_2} + \ldots + a_{nm} x_{t_m} + \varepsilon_n
\end{cases}
$$

*Рекурсивная модель*. Модель может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{cases} y_{t_1} = a_{11}x_{t_1} + a_{12}x_{t_2} + \ldots + a_{1m}x_{t_m} + \varepsilon_1 \\ y_{t_2} = b_{21}y_{t_1} + a_{21}x_{t_1} + a_{22}x_{t_2} + \ldots + a_{2m}x_{t_m} + \varepsilon_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_{t_n} = b_{n1}y_{t_1} + b_{n2}y_{t_2} + \ldots + b_{nn-1}y_{t_{n-1}} + a_{n1}x_{t_1} + a_{n2}x_{t_2} + \ldots + a_{nm}x_{t_m} + \varepsilon_n \end{cases}$$

*Метод экспертных оценок*

В общем случае экспертное решение можно выразить в следующем виде $< S^i, X^i, c^i / S_0, \tau, R >$,

где $S_0$ - описание исходной проблемной ситуации; $\tau$ - время для принятия решения; R - ресурсы; $S^i = (S_1{}^i, S_2{}^i, ..., S_n{}^i)$ - множество возможных ситуаций, которые рассматривает *i* ый эксперт при обосновании своего решения;

$X^i = (X_1{}^i, X_2{}^i, ..., X_r{}^i)$ - множество возможных решений в отношении предполагаемых состояний исследуемого процесса в перспективе; $c^i = (c_1{}^i, c_2{}^i, ..., c_{m_1}{}^i)$ - множество целей, которые, как считает *i*-ый эксперт, необходимо достичь в ходе развития процесса.

*Пример*: Три эксперта дали характеристику нового рынка по пяти признакам (табл. ).

Расчет коэффициента конкордации

| Признак | Эксперты | | | Сумма рангов по каждому признаку | Квадрат отклонения от средней суммы рангов |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| Емкость рынка | 3 | 3 | 5 | 13 | 16 |
| Административные барьеры | 1 | 5 | 4 | 10 | 1 |
| Конкуренция- | 3,5 | 4 | 3 | 10,5 | 2,25 |
| Наличие инфраструктуры | 3,5 | 1 | 1,5 | 6 | 9 |
| Транспорт | 2 | 2 | 1,5 | 5,5 | 12,25 |
| Итого | 15 | 15 | 15 | 45 | 40,5 |
| В среднем | 3 | 3 | 3 | 9 | - |

Коэффициент координации равен

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m\sum_{j=1}^{m} T_j} = \frac{12 \cdot 40,5}{5^2(3^3 - 3) - 5 \cdot (\frac{1}{12}(2^3 - 2) \cdot 2)} = 0,817$$

$T_j$ = характеристика связанности рангов по j-ой переменной.

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{m} (t_j^3 - t_j);$$

$t_j$ – количество связанных рангов по j-ой переменной. Значимость коэффициента конкордации по критерию хиквадрат для данного случая равна 16,47. Поскольку при доверительной вероятности 0,95 и числе степеней свободы 3-1=2 табличное значение $\chi$ 2 табл = 5,99 , то полученное значение коэффициента конкордации статистически значимо. Следовательно оценка экспертов может быть признана удовлетворительной.

**Вопросы и упражнения**

1. В чем сущность прикладного социально-экономического прогнозирования национальной экономики?
2. Какие сферы функционирования общества и экономики должны входить в комплексный социально-экономический прогноз?
3. Каковы основные типы социально-экономических прогнозов? Предмет и содержание комплексного прогнозирования
4. Какие элементы и этапы разработки комплексного социально-экономического прогноза?
5. В чем состоят особенности разработки прогнозов для разных временных периодов?
6. Дайте определение понятия «трендовая модель». Какие типы кривых роста используются при построении трендовой модели?
7. Поясните методы оценки параметров трендовых моделей и оценки их адекватности и точности.
8. Раскройте суть точечного и интервального прогнозов на основе трендовых моделей.
9. Дайте общее понятие эконометрической модели. Какие виды эконометрических моделей вы знаете?
10. Перечислите основные задачи экономического анализа, решаемые на основе эконометрических регрессионных моделей.
11. Поясните экономический смысл коэффициентов парной и множественной корреляции и детерминации, эластичности, бета-коэффициентов. Как анализируется в моделях множественной регрессии влияние отдельных факторов?
12. Поясните экономическое содержание составных элементов производственных функций. Какие виды производственных функций вы знаете? Приведите примеры производственных функций.

*Упражнения*

I. Изменение производительности труда на предприятии задано временным рядом (в условных единицах):

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $y_t$ | 43 | 47 | 50 | 48 | 54 | 57 | 61 | 59 | 65 | 62 |

Задание 1. Сгладить временной ряд методом простой скользящей средней; результаты сглаживания отразить на графике.

Задание 2. Сделайте предварительный выбор наилучшей кривой роста: а) методом конечных разностей (Тинтнера); б) методом характеристик приростов.

2. Для ряда, приведенного упражнении 1, построить линейную трендовую модель $y_t = a_0 + a_1 t$, определив ее параметры методом наименьших квадратов. Оценить точность модели, используя показатели среднего квадратического отклонения от линии тренда и средней относительной ошибки аппроксимации.

3. Используя данные упражнения 1 и результаты решения упражнения 2, построить точечный и интервальный прогнозы на 2 шага вперед, взяв табличное значение критерия Стьюдента $t_a$ = 1,09 (для уровня значимости 0,3). Результаты прогнозирования отразить на графике.

Данные опроса восьми групп семей о расходах на продукты питания в зависимости от уровня доходов семьи приведены в таблице (числа относительные в расчете на 100 руб. дохода и расхода).

**Рекомендуемая литература: [осн. 1,2,4,5,13,14, доп.5,6]**

## Занятие 6. Системы поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях

1. Экспертные методы принятия решений

**Краткое содержание занятия**

Принимать решения можно либо на основе объективных данных (в том числе с помощью оптимизационных методов и вероятностно-статистических моделей), либо на основе мнений специалистов (экспертов). В задачах стратегического и оперативного управления, технико-экономического анализа, обеспечения экологической безопасности, управления природопользованием и охраной окружающей природной среды и т.п. постоянно используются разнообразные методы экспертных оценок. Эти методы рассматриваются в этом занятии.

**Вопросы и упражнения**

1. Почему необходимо применение экспертных оценок при решении социально-экономических, экологических и иных проблем?
2. Какие стадии экспертного исследования выделяет менеджер - организатор такого исследования?
3. По каким основаниям классифицируют различные варианты организации экспертных исследований?
4. Какова роль диссидентов в различных видах экспертиз?
5. Какой вид могут иметь ответы экспертов?
6. Чем метод средних арифметических рангов отличается от метода медиан рангов?
7. Почему необходимо согласование кластеризованных ранжировок и как оно проводится?
8. В чем состоит проблема согласованности ответов экспертов?
9. Как бинарные отношения используются в экспертизах?
10. Как бинарные отношения описываются матрицами из 0 и 1?
11. Что такое расстояние Кемени и медиана Кемени?
12. Чем закон больших чисел для медианы Кемени отличается от "классического" закона больших чисел, известного в статистике?
13. В табл. приведены упорядочения 7 инвестиционных проектов, представленные 7 экспертами.

Таблица. Упорядочения проектов экспертами

| **Эксперты** | **Упорядочения** |
|---|---|
| 1 | 1 < {2,3} < 4 < 5 < {6,7} |
| 2 | {1,3} < 4 < 2< 5< 7 < 6 |
| 3 | 1 < 4 < 2 < 3 < 6 < 5 < 7 |
| 4 | 1 < {2, 4} < 3 < 5 < 7 <6 |
| 5 | 2 < 3 < 4 < 5 <1 <6 <7 |

| | |
|---|---|
| 6 | 1 < 3 < 2 < 5 < 6 < 7 < 4 |
| 7 | 1 < 5 < 3 < 4 < 2 < 6 < 7 |

Найдите:

а) итоговое упорядочение по средним арифметическим рангам;

б) итоговое упорядочение по медианам рангов;

в) кластеризованную ранжировку, согласующую эти два упорядочения.

14. Выпишите матрицу из 0 и 1, соответствующую бинарному отношению (кластеризованной ранжировке) $5 < \{1, 3\} < 4 < 2 < \{6, 7\}$ .
Найдите расстояние Кемени между бинарными отношениями - упорядочениями $\mathrm{A} = [3 < 2 < 1 < \{4, 5\}]$ и $B = [1 < \{2, 3\} < 4 < 5]$.

15. Дана квадратная матрица (порядка 9) попарных расстояний (мер различия) для множества бинарных отношений из 9 элементов $\mathrm{A}_1, \mathrm{A}_2, \mathrm{A}_3, \ldots, \mathrm{A}_9$ (табл. 2). Найдите в этом множестве медиану для множества из 5 элементов $\{\mathrm{A}_2, \mathrm{A}_3, \mathrm{A}_5, \mathrm{A}_6, \mathrm{A}_9\}$ .
Таблица 2 Попарные расстояния между бинарными отношениями Элементы A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A1 0 5 3 6 7 4 10 3 11 A2 5 0 5 6 10 3 2 5 7 A3 3 5 0 8 2 7 6 5 7 A4 6 6 8 0 5 4 3 8 8 A5 7 10 2 5 0 10 8 3 7 A6 4 3 7 4 10 0 2 3 5 A7 10 2 6 3 8 2 0 6 3 A8 3 5 5 8 3 3 6 0 9 A9 11 7 7 8 7 5 3 9 0

16. Каковы задачи и принципы экологической экспертизы?
17. Какова роль общественности в экологической экспертизе?
18. Чем гарантируются права граждан на участие в экологической экспертизе?
19. За что наступает ответственность в области экологической экспертизы?
20. Каковы обязанности участников экологической экспертизы?

**Рекомендуемая литература: [осн. 11,3, доп.6]**

## Занятие 7. Методы и средства аккумуляции знаний о развитии экономической-системы и использование искусственного интеллекта при выработке управленческих решений

1. **Неопределенность знаний и способы их обработки**
2. Виды неопределенности описания задачи
3. Особенности данных и знаний
4. Нечеткие знания
5. Нечеткие множества
6. Нечеткие отношения.
7. Элементы теории приближенных рассуждений
8. Лингвистическая переменная.

**Краткое содержание занятия**

Понятие лингвистической переменной. Л. Заде ввел понятие нечеткой переменной как тройку :$\langle \alpha, U, G \rangle$, где $\alpha$ — наименование (имя) нечеткой переменной; $U$ — область ее определения (универсальное множество);$G$ — нечеткое множество в $U$, описывающее ограничения на возможные значения нечеткой переменной $\alpha$ (ее семантику).В зависимости от характера множества $U$ нечеткие переменные могут быть разделены на числовые и нечисловые. К числовым отнесем переменные, у которых $U \subset R1$

Для описания структуры лингвистической переменной используются следующие два правила:

• Синтаксическое, которое задается в форме грамматики, порождающей название значений переменной;

• Семантическое, которое определяет алгоритмическую процедуру для вычисления смысла каждого значения.

Семантическое правило $M$ (например, экспертный опрос) позволяет превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой $V$, в нечеткую переменную, т. е. приписать ему семантику путем формирования соответствующего нечеткого множества. Введем понятие лингвистической переменной как $\langle A, T(A), U, V, M \rangle$, где $A$ — название переменной; $T(A)$ — терм-множества переменной $A$, т. е. множество названий лингвистических значений переменной $A$, причем каждое из таких значений — нечеткая переменная со значениями из универсального множества $U$;$V$ — синтаксическое правило (обычно грамматика), порождающее названия значений лингвистической переменной $A$;$M$ — семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной из $T(A)$

**Вопросы и упражнения**

1) Запишите условия задачи в случае неопределенности.
2) Сформулируйте виды неопределенности описания задач.
3) Дайте характеристику физической и лингвистической неопределенностей.

4) Охарактеризуйте неоднозначность описания задач.
5) Дайте характеристику терминов, качественно характеризующих количество отсутствующей информации об элементах задачи.
6) Дайте характеристику источников (причин) возможной неоднозначности
описания задачи.
7) Расскажите об особенностях знаний в БЗ.
8) Поясните смысл понятий «полнота», «непротиворечивость», «монотонность»,
«неточность», «неопределенность» знаний.
9) Приведите примеры вышеперечисленных понятий знаний.
10) Представьте формальное представление монотонности логических выводов.
11) Каким термином мы определяем истинность информации?
12) Для каких понятий используется количественная мера (например, функция
неопределенности)?
13) Сформулируйте основные понятия о теории вероятности, возможности,
свидетельства.
14) Опишите Байесовский метод.
15) Опишите метод коэффициентов уверенности.
16) Приведите примеры расчета коэффициентов уверенности логического заключения при различных логических связях (∧,∨) между фактов в условной части правила.
17) Расскажите об отличии теории свидетельств от Байесовского подхода и метода коэффициентов уверенности.
18) Представьте и опишите геометрическую интерпретацию распределения
уверенности с закрепленными массами уверенности жестко и с неизвестными массами уверенности.
24) Опишите $S$ и $\pi$ — функции принадлежности (математически и графически).
25) Определите понятие «множество нечетких подмножеств» и его свойство
и сравните с множеством четких подмножеств.
26) Сформулируйте простейшие операции над нечеткими подмножествами.
27) Рассмотрите расчетные формулы расстояний для нечетких подмножеств.
28) Опишите понятие «нечеткое отношение» и приведите пример расчета проекций нечетких отношений.
29) Сформулируйте композицию двух нечетких отношений и расчете max-min композиции.
30) Приведите примеры приближенных рассуждений на основе modus

ponens
и обобщенного modus ponens.
31) Почему мы можем получить из одной посылки А? различные выводы в обобщенном modus ponens?
32) Определите понятие «лингвистическая переменная» и приведите пример.

**Рекомендуемая литература: [осн. 11, доп. 7]**

## Занятие 8. Моделирование конфликтов в финансово-экономической сфере

1. Методы теории игр

**Краткое содержание занятия**

Теорию игр определяют как раздел математики для изучения конфликтных ситуаций. Это значит, что можно выработать оптимальные правила поведения каждой стороны, участвующей в конфликтной ситуации.

*Игра* – упрощенная формализованная модель реальной конфликтной ситуации. Математически формализация означает, что выработаны определенные правила действия сторон в процессе игры: варианты действия сторон; исход игры при данном варианте действия; объём информации каждой стороны о поведении всех других сторон.

Выигрыш или проигрыш сторон оценивается численно, другие случаи в теории игр не рассматриваются, хотя не всякий выигрыш в действительности можно оценивать количественно.

*Игрок* – одна из сторон в игровой ситуации. Стратегия игрока – его правила действия в каждой из возможных ситуаций игры.

*Платёжная матрица* (матрица эффективности, матрица игры) включает все значения выигрышей (в конечной игре). Пусть игрок 1 имеет m стратегий $A_i$, а игрок 2 – n стратегий $B_j$ ($i=\overline{1,m}$; $j=\overline{1,n}$). Игра может быть названа игрой m×n. Матрица эффективности игры двух лиц с нулевой суммой представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица эффективности игры двух лиц с нулевой суммой.

| Игрок2 / Игрок 1 | $B_1$ | $B2$ | ………… | $Bn$ | $\alpha_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $a_{11}$ | $a_{12}$ | …………….. | $a_{1n}$ | $\alpha_1$ |
| $A2$ | $a_{21}$ | $a_{22}$ | …………….. | $a_{2n}$ | $\alpha_2$ |
| ………………….. | ………………… | ……………… | …………….. | ………………… | …………….. |
| $A_m$ | $a_{m1}$ | $a_{m2}$ | …………….. | $a_{mn}$ | $\alpha_m$ |
| $\beta_j$ | $\beta_1$ | $\beta_2$ | …………….. | $\beta_n$ | |

В данной матрице элементы $a_{ij}$ – значения выигрышей игрока 1 – могут означать и математическое ожидание выигрыша (среднее значение), если выигрыш является случайной величиной. Величины $\alpha_i$, $i=\overline{1,m}$, и $\beta_j$, $j=\overline{1,n}$, – соответственно минимальные значения элементов aij по строкам и максимальные – по столбцам.

*Количество игроков.* Если в игре участвуют две стороны, то её называют игрой двух лиц. Если число сторон больше двух, её относят к игре n игроков. Наибольший интерес вызывают игры двух лиц.

*Количество стратегий игры.* По этому критерию игры делятся на конечные и бесконечные. В конечной игре каждый из игроков имеет конечное число возможных стратегий. Если хотя бы один из игроков имеет бесконечное число возможных стратегий, игра является бесконечной.

*Взаимоотношение сторон.* Согласно данному критерию игры делятся на кооперативные, коалиционные и бескоалиционные. Если игроки не имеют права вступать в соглашения, образовывать коалиции, то такая игра относится к бескоалиционным; если игроки могут вступать в соглашения, создавать коалиции – коалиционной. Кооперативная игра – это игра, в которой заранее определены коалиции.

*Характер выигрышей.* Этот критерий позволяет классифицировать игры с нулевой и с ненулевой суммой. Игра с нулевой суммой предусматривает условие: «сумма выигрышей всех игроков в каждой партии равна нулю». Естественно, выигрыш одного игрока при этом равен проигрышу другого. Примерами игр с нулевой суммой служат многие экономические задачи. В них общий капитал всех игроков перераспределяется между игроками, но не меняется. К играм с ненулевой суммой относится большое количество экономических задач. Например, в результате торговых взаимоотношений стран, участвующих в игре, все участники могут оказаться в выигрыше. Игра, в которой нужно вносить взнос за право участия в ней, является игрой с ненулевой суммой.

*Вид функции выигрышей.* По этому критерию игры делятся на матричные, биматричные, непрерывные, выпуклые, сепарабельные и т.д.

*Матричная игра* – конечная игра двух игроков с нулевой суммой. В общем случае её платёжная матрица является прямоугольной. Номер строки матрицы соответствует номеру стратегии, применяемой игроком 1. Номер столбца соответствует номеру стратегии игрока 2. Выигрыш игрока 1 является элементом матрицы. Выигрыш игрока 2 равен проигрышу игрока 1. Матричные игры всегда имеют решения в смешанных стратегиях. Они могут быть решены методами линейного программирования.

*Биматричная игра* – конечная игра двух игроков с ненулевой суммой. Выигрыши каждого игрока задаются своей матрицей, в которой строка соответствует стратегии игрока 1, а столбец – стратегии игрока 2. Однако элемент первой матрицы показывает выигрыш игрока 1, а элемент второй матрицы – выигрыш игрока 2.

Если функция выигрышей каждого игрока в зависимости от стратегий является непрерывной, игра считается непрерывной. Если функция выигрышей выпуклая, то игра – выпуклая.

*Количество шагов.* Согласно этому критерию игры можно разделить на одношаговые, многошаговые. Одношаговые игры заканчиваются после одного хода каждого игрока. Так, в матричной игре после одного хода каждого из игроков происходит распределение выигрышей.

*Степень неполноты информации.* По этому критерию игры распределяются на статистические (в условиях частичной неопределенности) и стратегические (в условиях полной неопределенности).

Рассмотрим матричную игру, представленную матрицей выигрышей m×n. Применим принцип получения максимального гарантированного результата при наихудших условиях. Игрок 1 стремится принять такую стратегию, которая должна обеспечить максимальный проигрыш игрока 2. Соответственно игрок 2 стремится принять стратегию, обеспечивающую минимальный выигрыш игрока 1. Рассмотрим оба этих подхода.

**Подход игрока 1**. Он должен получить максимальный гарантированный результат при наихудших условиях. Значит при выборе, отвечающим этим условиям своей чистой стратегии он должен выбрать гарантированный результат в наихудших условиях, т.е. наименьшее значение своего выигрыша $a_{ij}$, которое обозначим

$$\alpha_i = \min_j a_{ij} \tag{1}$$

Чтобы этот гарантированный эффект в наихудших условиях был максимальным, нужно из всех $\alpha_i$ выбрать наибольшее значение. Обозначим его $\alpha$ и назовём чистой нижней ценой игры («максимин»):

$$\alpha = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij} \tag{2}$$

Таким образом, максиминной стратегии отвечает строка матрицы, которой соответствует элемент $\alpha$. Какие бы стратегии не применял игрок 2, игрок 1 максиминной чистой стратегией гарантировал себе выигрыш, не меньший чем $\alpha$. Таково оптимальное поведение игрока 1.

**Подход игрока 2**. Своими оптимальными стратегиями он стремится уменьшить выигрыш игрока 1, поэтому при каждой $j$-й чистой стратегии он отыскивает величину своего максимального проигрыша

$$\beta_j = \max_i \alpha_{ij} \tag{3}$$

в каждом $j$-м столбце, т.е. определяет максимальный выигрыш игрока 1, если игрок 2 применит $j$-ю чистую стратегию. Из всех своих $n$ $j$-х чистых стратегий он отыскивает такую, при которой игрок 1 получит минимальный выигрыш, т.е. определяет чистую верхнюю цену игры («минимакс»):

$$\beta = \min_j \beta_j = \min_j \max_i \alpha_{ij} \tag{4}$$

Чистая верхняя цена игры показывает, какой максимальный выигрыш может гарантировать игрок 1, применяя свои чистые стратегии, – выигрыш, не меньший, чем $\alpha$. Игрок 2 за счет указанного выше выбора своих чистых стратегий не допустит, чтобы игрок 1 мог получить выигрыш, больший, чем $\beta$. Таким образом, минимаксная стратегия отображается столбцом платежной матрицы, в котором находится элемент $\beta$ (см. таблицу 7.1). Она является оптимальной чистой гарантирующей стратегией игрока 2, если он ничего не знает о действиях игрока 1.

Чистая цена игры $v$ – цена данной игры, если нижняя и верхняя её цены совпадают:

$$\max_i \min_j \alpha_{ij} = \min_j \max_i \alpha_{ij} = v. \tag{5}$$

В этом случае игра называется *игрой с седловой точкой*.

Если в матричной игре отсутствует седловая точка в чистых стратегиях, то находят верхнюю и нижнюю цены игры. Они показывают, что игрок 1 не получит выигрыша, превосходящего верхнюю цену игры, и что игроку 1 гарантирован выигрыш, не меньший нижней цены игры. В такой ситуации оказывается можно получать выигрыши, в среднем большие нижней цены игры, но меньшие верхней.

Смешанная стратегия игрока – это полный набор применения его чистых стратегий при многократном повторении игры в одних и тех же условиях с заданными вероятностями.

Условия применения смешанных стратегий:

- игра без седловой точки;
- игроки используют случайную смесь чистых стратегий с заданными вероятностями;
- игра многократно повторяется в сходных условиях;
- при каждом из ходов ни один игрок не информирован о выборе стратегии другим игроком;
- допускается осреднение результатов игр.

**Понятие игры с природой**

Многие ситуации, описываемые моделями в виде стратегических игр, в экономической практике могут не в полной мере оказаться адекватными действительности, поскольку реализация модели предполагает многократность повторения действий (решений), предпринимаемых в похожих условиях. В реальности количество принимаемых экономических решений в неизменных условиях жестко ограничено. Нередко экономическая ситуация является уникальной, и решение в условиях неопределенности должно приниматься однократно. Это порождает необходимость развития методов моделирования принятия решений в условиях неопределенности и риска.

Следующим этапом такого развития являются игры с природой. Изучение игр с природой должно начинаться с построения платежной матрицы, что является, по существу, наиболее трудоемким этапом подготовки принятия решения. Ошибки в платежной матрице не могут быть компенсированы никакими вычислительными методами и приведут к неверному итоговому результату

Отличительная особенность игры с природой состоит в том, что в ней сознательно действует только один из участников, в большинстве случаев называемый игроком 1. Игрок 2 (природа) сознательно против игрока 1 не действует, а выступает как не имеющий конкретной цели и случайным образом выбирающий очередные «ходы» партнер по игре. Поэтому термин «природа» характеризует некую объективную действительность, которую не следует понимать буквально, хотя вполне могут встретиться ситуации, в которых «игроком» 2 действительно может быть природа (например, обстоятельства, связанные с погодными условиями или с природными стихийными силами). Методы принятия решений в играх с природой зависят от характера неопределенности, точнее, от того, известны или нет вероятности состояний (стратегий) природы, т.е. имеет ли место ситуация риска или неопределенности.

Рассмотрим организацию и аналитическое представление игры с природой. Пусть игрок 1 имеет $m$ возможных стратегий: $A_1, A_2, \ldots, A_m$, а у природы имеется $n$ возможных состояний (стратегий): $П_1, П_2, \ldots, П_n$, тогда условия игры с природой задаются матрицей $A$ выигрышей игрока 1:

$$A = \begin{array}{c|c} & \begin{array}{cccc} \Pi_1 & \Pi_2 & \cdots & \Pi_n \end{array} \\ \hline \begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \\ \cdots \\ A_m \end{array} & \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \end{array}$$

Платит, естественно, не природа, а некая третья сторона (или совокупность сторон, влияющих на принятие решений игроком 1 и объединенных в понятие «природа»).

Возможен и другой способ задания матрицы игры с природой: не в виде матрицы выигрышей, а в виде так называемой матрицы рисков $R = \|r_{ij}\|_{m,n}$ или матрицы упущенных возможностей. Величина риска – это размер платы за отсутствие информации о состоянии среды. Матрица $R$ может быть построена непосредственно из условий задачи или на основе матрицы выигрышей $A$.

Риском $r_{ij}$ игрока при использовании им стратегии $A_i$, и при состоянии среды $П_j$ будем называть разность между выигрышем, который игрок получил бы, если бы он знал, что состоянием среды будет $П_j$, и выигрышем, который игрок получит, не имея этой информации.

Зная состояние природы (стратегию) $П_j$, игрок выбирает ту стратегию, при которой его выигрыш максимальный, т.е. $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$,, где $\beta_j = \max\limits_{1 \le i \le m} a_{ij}$ при заданном $j$.

**Вопросы и упражнения**

1. Определить верхнюю и нижнюю цены при заданной матрице игры и указать максиминную и минимаксную стратегии. Сделать соответствующие выводы.

| $A_i$ \ $B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | 1 | 2 | 3 |
| $A_2$ | 4 | 5 | 6 |

2. Игра с природой задана следующей платежной матрицей: $A=\begin{array}{cc} & \begin{array}{cccc} П_1 & П_2 & П_3 & П_4 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 9 \\ 3 & 8 & 4 & 3 \\ 4 & 6 & 6 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$, где стратегия природы $П_j$ соответствуют вероятности $p_1=p_2=p_3=p_4=0.25$. Найти наилучшую стратегию относительно матриц выигрышей и упущенных возможностей. Сделать соответствующие выводы.

3. Постройте платежную матрицу двухпальцевой игры Мора, которая заключается в следующем. В игру играют два человека: каждый из них показывает один или два пальца и одновременно называет число пальцев, которое, по его мнению, покажет противник (естественно, противник этого не видит). Если один из игроков угадывает правильно, он выигрывает сумму, равную сумме пальцев, показанных им и его противником. В противном случае – ничья (выигрыш равен нулю). Найдите верхнюю и нижнюю цены игры.

4. Определить верхнюю и нижнюю цены при заданной матрице игры и указать максиминную и минимаксную стратегии. Сделать соответствующие выводы.

| $B_j$ / $A_i$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 40 | 74 | 30 | 80 |
| $A_2$ | 25 | 33 | 21 | 91 |
| $A_3$ | 11 | 10 | 18 | 33 |

5. Игра с природой задана следующей платежной матрицей:

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 & 1 \\ 7 & 2 & 5 & 3 & 2 \\ 2 & 8 & 6 & 2 & 2 \\ 8 & 5 & 4 & 4 & 5 \end{vmatrix}$$

Где стратегия природы соответствуют вероятности $p_1=0.2$, $p_2=0.4$, $p_3=0.3$ $p_4=0.1$. Найти наилучшую стратегию относительно матриц выигрышей и упущенных возможностей. Сделать соответствующие выводы.

6. Определить верхнюю и нижнюю цены при заданной матрице игры и указать максиминную и минимаксную стратегии. Сделать соответствующие выводы.

| $B_j$ / $A_i$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 4 | 1 | 3 | 8 |
| $A_2$ | 2 | 3 | 2 | 9 |
| $A_3$ | 4 | 3 | 5 | 3 |

7. Игра с природой задана следующей платежной матрицей:

$$\begin{vmatrix} 5 & 7 & 4 \\ 10 & 8 & 5 \\ 5 & 9 & 5 \\ 11 & 7 & 8 \end{vmatrix}$$

Где стратегия природы соответствуют вероятности $p_1$=0.25, $p_2$=0.3, $p_3$=0.25 $p_4$=0.2. Найти наилучшую стратегию относительно матриц выигрышей и упущенных возможностей. Сделать соответствующие выводы.

8. Дана матрица игры с природой в условиях полной неопределенности

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 & 1 & 2 \\ 7 & 2 & 3 & 3 & 2 & 3 \\ 2 & 8 & 9 & 2 & 2 & 3 \\ 8 & 5 & 6 & 4 & 5 & 6 \\ 9 & 6 & 7 & 5 & 6 & 7 \end{vmatrix}$$

Проанализировать оптимальные стратегии ЛПР, используя критерии Гурвица применительно к платежной матрице $A$ и матрице рисков $R$ при коэффициенте пессимизма $p$ = 0.25; 0.75. Сделать соответствующие выводы.

1. Чем отличаются проблемы теории игр от проблем теории оптимизации?
2. Какие встречаются типы игр?
3. Как определяется матричная антагонистическая игра двух лиц?
4. Как находится верхняя и нижняя цена игры для вполне определенной матричной антагонистической игры двух лиц?
5. Всегда ли матричные игры имеют решение в чистых стратегиях? Каковы принципы решения не вполне определенных матричных игр?
6. Сформулируйте Теорему о мини максе.
7. Какие есть методы упрощения и решения матричных антагонистических игр?
8. В чем отличие игр с ненулевой суммой от антагонистических игр? Чем отличаются кооперативные игры от некооперативных?
9. Дайте определение Парето-оптимального множества, переговорного множества и решения Нэша для кооперативных игр.
10. Какова связь между проблемами теории игр и микроэкономики?
11. В чем особенность позиционных игр? Как степень правдоподобности угроз одного из партнеров влияет на исход позиционной игры?

**Рекомендуемая литература [осн. 9,12,14]**

## Занятие 9. Методы математического моделирования рисковых ситуаций

1. Понятие риска

2. Мера риска
3. Принятие решения в условиях неопределенности

**Краткое содержание занятия**

**Задача.** Компания «Российский сыр» - небольшой производитель различных продуктов из сыра на экспорт. Один из продуктов - сырная паста - поставляется в страны ближнего зарубежья. Генеральный директор должен решить, сколько ящиков сырной пасты следует производить в течение месяца. Вероятности того, что спрос на сырную пасту в течение месяца будет 6, 7, 8 или 9 ящиков, равны соответственно 0,1; 0,3; 0,5; 0,1.

Затраты на производство одного ящика равны 45 дол. Компания продает каждый ящик по цене 95 дол. Если ящик с сырной пастой не продается в течение месяца, то она портится и компания не получает дохода. Сколько ящиков следует производить в течение месяца?

Решение. Пользуясь исходными данными, строим матрицу игры. Стратегиями игрока 1 (компания «Российский сыр») являются различные показатели числа ящиков с сырной пастой, которые ему, возможно, следует производить. Состояниями природы выступают величины спроса на аналогичное число ящиков.

Вычислим, например, показатель прибыли, которую получит производитель, если он произведет 8 ящиков, а спрос будет только на 7.

Каждый ящик продается по 95 дол. Компания продала 7, а произвела 8 ящиков. Следовательно, выручка будет 7*95, а издержки производства 8 ящиков 8*45. Итого прибыль от указанного сочетания спроса и предложения будет равна: 7*95 - 8*45 = 305 дол. Аналогично производятся расчеты при других сочетаниях спроса и предложения.

В итоге получим следующую платежную матрицу в игре с природой (табл. 3.3). Как видим, наибольшая средняя ожидаемая прибыль равна 352,5 дол. Она отвечает производству 8 ящиков.

Таблица 3.3

| Спрос на ящики / Производство ящиков | 6 (0,1)* | 7 (0,3) | 8 (0,5) | 9 (0,1) | Средняя ожидаемая прибыль |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 7 | 255 | 350 | 350 | 350 | 340,5 |
| 8 | 210 | 305 | 400 | 400 | 352,5 |
| 9 | 165 | 260 | 355 | 450 | 317 |

* В скобках приведена вероятность спроса на ящики.

На практике чаще всего в подобных случаях решения принимаются исходя из критерия максимизации средней ожидаемой прибыли или минимизации ожидаемых издержек. Следуя такому подходу, можно остановиться на рекомендации производить 8 ящиков, и для большинства ЛПР рекомендация была бы обоснованной. Именно так поступаем мы, когда в гл. 6 - 8 рассматриваем различные прикладные задачи принятия решений в играх с природой.

Однако, привлекая дополнительную информацию в форме расчета среднего квадратичного отклонения как индекса риска, мы можем уточнить принятое на основе максимума прибыли или минимума издержек решение. Это в полной мере согласуется с характеристиками вариантов, представленных на рис. 1.1. Дополнительные рекомендации могут оказаться неоднозначными, зависимыми от склонности к риску ЛПР.

Вспомним необходимые для наших исследований формулы теории вероятностей :

дисперсия случайной величины $\xi$, равна

$$D\xi = M(\xi^2) - (M\xi)^2;$$

среднее квадратичное отклонение

$$\sigma\xi = \sqrt{D\xi}$$

где $D$ и $M$ - соответственно символы дисперсии и математического ожидания.

Проводя соответствующие вычисления для случаев производства 6, 7, 8 и 9 ящиков, получаем:

6 ящиков

$$M(\xi^2) = 300^2(0{,}1 + 0{,}3 + 0{,}5 + 0{,}1) = 90\,000;$$

$$(M\xi)^2 = 300^2 = 90\,000; \quad D\xi = 90\,000 - 90\,000 = 0; \quad \sigma\xi = 0.$$

7 ящиков

$$M(\xi^2) = 0{,}1 * 255^2 + 0{,}9 * 350^2 = 116\,752{,}5;$$

$$(M\xi)^2 = 340{,}5^2 = 115\,940; \quad D\xi = 116\,752{,}5 - 115\,940 = 812{,}5;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{812{,}5} = 28{,}5.$$

8 ящиков

$$M(\xi^2) = 0{,}1 * 210^2 + 0{,}3 * 305^2 + 0{,}6 * 400^2 = 128\,317{,}5;$$

$$(M\xi)^2 = 352{,}5^2 = 124\,256{,}25; \quad D\xi = 128\,317{,}5 - 124\,256{,}25 = 4\,061{,}25;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{4\,061{,}25} = 63{,}73.$$

9 ящиков

$$M(\xi^2) = 0{,}1 * 165^2 + 0{,}3 * 260^2 + 0{,}5 * 355^2 + 0{,}1 * 450^2 = 106\,265;$$

$$(M\xi)^2 = 317^2 = 100\,489; \quad D\xi = 106\,265 - 100\,489 = 5\,776;$$

$$\sigma\xi = \sqrt{5\,776} = 76.$$

Вывод. Из представленных результатов расчетов с учетом полученных показателей рисков - средних квадратичных отклонении - очевидно, что производить 9 ящиков при любых обстоятельствах нецелесообразно, ибо средняя ожидаемая прибыль, равная 317, меньше, чем для 8 ящиков (352,5), а среднее квадратичное отклонение (76) для 9 ящиков больше аналогичного показателя для 8 ящиков (63,73). А вот целесообразно ли производство 8 ящиков по сравнению с 7 или 6 - неочевидно, так как риск при производстве 8 ящиков ($\sigma\xi$ = 63,73) больше, чем при производстве 7 ящиков ($\sigma\xi$ = 28,5) и тем более 6 ящиков, где $\sigma\xi$ = 0. Вся информация с учетом ожидаемых прибылей и рисков налицо. Решение должен принимать генеральный директор компании «Российский сыр» с учетом его опыта, склонности к риску и степени достоверности показателей вероятностей спроса: 0,1; 0,3; 0,5; 0,1. Авторы, учитывая все приведенные числовые характеристики случайной величины - прибыли, склоняются к рекомендации производить 7 ящиков (не 8, что вытекает из максимизации прибыли без учета риска!). Аспиранту предлагается обосновать свой выбор.

**Вопросы и упражнения**:

1. Что такое риск?
2. Какие бывают виды рисков?
3. Какой параметр наиболее часто используется в качестве меры риска?
4. Акционерному обществу предлагаются два рисковых проекта:

| | *Проект I* | | | *Проект 2* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Вероятность события ................................ | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| Наличные поступления, млн руб. ........... | 40 | 50 | 60 | 0 | 50 | 100 |

Учитывая, что фирма имеет фиксированные платежи по долгам 80 млн руб., какой проект должны выбрать акционеры и почему?

**Задача 1.** Компания, производящая стиральный порошок, работает в условиях свободной конкуренции. Порошок выпускается блоками, причем цена одного блока в будущем месяце является неопределенной: 10 руб. с вероятностью 0,3; 15 руб. с вероятностью 0,5; 20 руб. с вероятностью 0,2. Полные затраты (ПЗ) на производство $Q$ блоков стирального порошка определяются зависимостью ПЗ = $1000 + 5Q + 0{,}0025Q^2$.

Постройте таблицу решений и определите суточный выпуск продукции компании (в блоках), при котором среднесуточная прибыль будет максимальной.

**Задача 3.9.** Спрос на некоторый товар, производимый монополистом, определяется зависимостью $Q = 100 — 5p + 5j$, где $j$ - достоверно неизвестный уровень дохода потребителей, $p$ - цена товара. По оценкам экспертов,

$$j = \begin{cases} 2 \text{ с вероятностью } 0{,}6; \\ 4 \text{ с вероятностью } 0{,}4. \end{cases}$$

Полные затраты на производство товара определяются зависимостью ПЗ = $5 + 4Q + 0{,}05Q^2$. Сколько товара должен выпускать монополист и по какой цене продавать, чтобы максимизировать свою ожидаемую прибыль?

**Задача 3.10.** Молодой российский бизнесмен предполагает построить ночную дискотеку неподалеку от университета. По одному из допустимых проектов предприниматель может в дневное время открыть в здании дискотеки столовую для студентов и преподавателей. Другой вариант не связан с дневным обслуживанием клиентов. Представленные бизнес-планы показывают, что план, связанный со столовой, может принести доход в 250 тыс. руб. Без открытия столовой бизнесмен может заработать 175 тыс. руб. Потери в случае открытия дискотеки со столовой составят 55 тыс. руб., а без столовой- 20 тыс. руб. Определите наиболее эффективную альтернативу на основе средней стоимостной ценности в качестве критерия.

**Задача 2.** Небольшая частная фирма производит косметическую продукцию для подростков. В течение месяца реализуется 15, 16 или 17 упаковок товара. От продажи каждой упаковки фирма получает 75 руб. прибыли. Косметика имеет малый срок годности, поэтому, если упаковка не продана в месячный срок, она должна быть уничтожена. Поскольку производство одной упаковки обходится в 115 руб., потери фирмы составляют 115 руб., если упаковка не продана к концу месяца. Вероятности продать 15, 16 или 17 упаковок за месяц составляют соответственно 0,55; 0,1 и 0,35. Сколько упаковок косметики следует производить фирме ежемесячно? Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения? Сколько упаковок можно было бы производить при значительном продлении срока хранения косметической продукции?

**Задача 3.** Магазин «Молоко» продает в розницу молочные продукты. Директор магазина должен определить, сколько бидонов сметаны следует закупить у производителя для торговли в течение недели. Вероятности того, что спрос на сметану в течение недели будет 7, 8, 9 или 10 бидонов, равны соответственно 0,2; 0,2; 0,5 и 0,1. Покупка одного бидона сметаны обходится магазину в 70 руб., а продается сметана по цене 110 руб. за бидон. Если сметана не продается в течение недели, она портится, и магазин несет убытки. Сколько бидонов сметаны желательно приобретать для продажи? Какова ожидаемая стоимостная ценность этого решения?

**Задача 4.** Найти наилучшие стратегии по критериям: максимакса, Вальда, Сэвиджа, Гурвица (коэффициент пессимизма равен 0,2), Гурвица применительно к матрице рисков (коэффициент пессимизма равен 0,4) для следующей платежной матрицы игры с природой (элементы матрицы - выигрыши):

$$\begin{pmatrix} 5 & -3 & 6 & -8 & 7 & 4 \\ 7 & 5 & 5 & -4 & 8 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 10 & 0 & 2 \\ 9 & -9 & 7 & 1 & 3 & -6 \end{pmatrix}.$$

**Задача 5.** Директор лицея, обучение в котором осуществляется на платной основе, решает, следует ли расширять здание лицея на 250 мест, на 50 мест или не проводить строительных работ вообще. Если население небольшого города, в котором организован платный лицей, будет расти, то большая реконструкция могла бы принести прибыль 250 тыс. руб. в год, незначительное расширение учебных помещений могло бы приносить 90 тыс. руб. прибыли. Если население города увеличиваться не будет, то крупное расширение обойдется лицею в 120 тыс. руб. убытка, а малое - 45 тыс. руб. Однако информация о том, как будет изменяться население города, отсутствует. Постройте дерево решений и определите лучшую альтернативу, используя критерии Вальда. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы в отсутствие необходимой информации?

Пусть при тех же исходных данных государственная статистическая служба предоставила информацию об изменении численности населения: вероятность роста численности населения составляет 0,7; вероятность того, что численность населения останется неизменной или будет уменьшаться, равна 0,3. Определите наилучшее решение, используя критерий максимизации ожидаемой денежной оценки. Чему равно значение ОДО для наилучшей альтернативы при получении дополнительной информации? Какова ожидаемая ценность дополнительной информации?

**Задача 6.** При крупном автомобильном магазине планируется открыть мастерскую по предпродажному обслуживанию и гарантийному ремонту автомобилей. Консультационная фирма готова предоставить дополнительную информацию о том, будет ли рынок благоприятным или нет. Эти сведения обойдутся магазину в 13 тыс. руб. Администрация магазина считает, что эта информация гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая мастерская принесет прибыль в 60 тыс. руб., а маленькая - 30 тыс. руб. При неблагоприятном рынке магазин потеряет 65 тыс. руб., если будет открыта большая мастерская, и 30 тыс. руб.- если откроется маленькая. Не имея дополнительной информации, директор оценивает вероятность благоприятного рынка как 0,6. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,8. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,3. Постройте дерево решений и определите:

• Следует ли заказать консультационной фирме дополнительную информацию, уточняющую конъюнктуру рынка?

• Какую мастерскую следует открыть при магазине: большую или маленькую?

• Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

• Какова ожидаемая ценность дополнительной информации?

**Задача 7.** Фирма, производящая вычислительную технику, провела анализ рынка нового высокопроизводительного персонального компьютера. Если будет выпущена крупная партия компьютеров, то при благоприятном рынке прибыль составит 250 тыс. руб., а при неблагоприятных условиях фирма понесет убытки в 185 тыс. руб. Небольшая партия техники в случае ее успешной реализации принесет фирме 50 тыс. руб. прибыли и 10 тыс. руб. убытков - при неблагоприятных внешних условиях. Возможность благоприятного и неблагоприятного исходов фирма оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести эксперт, обошлось фирме в 15 тыс. руб. Эксперт считает, что с вероятностью 0,6 рынок окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении благоприятные условия ожидаются лишь с вероятностью 0,8. При отрицательном заключении с вероятностью 0,15 рынок также может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь фирме выбрать правильную технико-экономическую стратегию. Ответьте на следующие вопросы:

• Следует ли заказывать эксперту дополнительное обследование рынка?

• Какую максимальную сумму фирма может выплатить эксперту за проделанную работу?

• Какова ожидаемая денежная оценка наилучшего решения?

**Задача 8.** Автомобильный завод получает реле поворота от двух поставщиков: *A* и *B*. Качество этих изделий характеризуется данными в табл..

| Процент брака | Вероятность для поставщика | |
|---|---|---|
| | *A* | *B* |
| 1 | 0,7 | 0,4 |
| 2 | 0,1 | 0,3 |
| 3 | 0,09 | 0,15 |
| 4 | 0,07 | 0,1 |
| 5 | 0,04 | 0,05 |

Полные затраты, связанные с ремонтом одного бракованного реле, составляют 5 руб.

Реле поступают партиями по 20 000 шт. Поскольку качество изделий у поставщика *B* хуже, он уступает всю партию на 500 руб. дешевле. Постройте дерево решений. Какого поставщика следует выбрать?

**Рекомендуемая литература: [осн. 1,2,5]**

## Тема 10. Инфокоммуникационные технологии управления инвестициями

**Краткое содержание занятия**

Приведены расчёты основных показателей коммерческой и бюджетной эффективности проекта, а также расчёт показателей рентабельности текущей деятельности по годам реализации проекта.

Расчёт показателей коммерческой эффективности проекта

Для рассматриваемого предприятия были рассчитаны следующие показатели эффективности инвестиций:

- NPV - чистая текущая стоимость проекта;

- IRR - внутренняя норма доходности проекта;
- PI - индекс доходности проекта;
- Срок окупаемости (простой и дисконтированный).

Расчет чистой текущей стоимости произведен по формуле:

$$NPV = \sum \frac{Cn}{(1+i)^n}$$

где, $Cn$ = приток денежных средств - отток денежных средств от операционной и инвестиционной деятельности;

$i$ – величина дисконта;

$n$ – номер шага расчета.

В общем виде расчёт показателей эффективности проекта приведён в следующей таблице.

Таблица 1. Расчёт показателей эффективности коммерческой эффективности проекта, тыс. руб.

| **показатель \ год от начала проекта** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|
| Приток денежных средств | 6900 | 15192 | 32430 | 45550 | 66449 |
| Выручка от реализации продукции | 6900 | 15192 | 32430 | 45550 | 62555 |
| Возврат капвложений (условная реализация ОС) | | | | | 3894 |
| Отток денежных средств | 9209 | 17624 | 30538 | 42193 | 58085 |
| Инвестиционные затраты | 3486 | 3870 | 2330 | 2025 | 2164 |
| Материалы, работы, услуги | 4749 | 11872 | 24721 | 35392 | 49386 |
| Зарплата персонала | 521 | 849 | 1349 | 1787 | 2433 |
| Начисления на зарплату | 75 | 121 | 193 | 256 | 348 |
| Налоговые платежи | 378 | 912 | 1946 | 2733 | 3753 |
| Денежный поток | -2309 | -2432 | 1892 | 3357 | 8364 |
| Нарастающим итогом | -2309 | -4742 | -2849 | 507 | 8872 |
| Оценка эффективности инвестиций | | | | | |
| NPV проекта | 3475 | при | 15% | | |
| IRR проекта, % | 43,8% | | | | |
| PI проекта, % | 25% | | | | |
| Срок окупаемости (простой), лет | 3,8 | | | | |
| Срок окупаемости (по дисконт. потоку), лет | 4,2 | | | | |

Таким образом, проект обладает следующими основными показателями эффективности:

- NPV проекта – 3,5 млн. руб.;
- IRR проекта – 43,8%;
- PI проекта – 25%;
- PBP (простой срок окупаемости) – 3,8 года;
- DPBP (дисконтированный срок окупаемости) – 4,2 года.

Следует отметить, что в состав денежных потоков по проекту включен доход от условной реализации основных средств по завершению расчётного периода проекта. Создаваемые в рамках проекта активы имеют срок эксплуатации, превышающий расчётный период проекта и поэтому в расчётах учтена остаточная стоимость этих объектов. Кроме того, в состав доходов предприятия включены доходы от реализации НИОКР для ЗАО

"Транс-Сигнал" (г. Нижний Новгород), поскольку, в отличие НИОКР для Фонда, данный НИОКР фактически является оказанием платных услуг, осуществляемых инициаторами проекта Заказчику.

Рентабельность текущей деятельности

В данном пункте приводятся сведения о рентабельности текущей деятельности предприятия по годам реализации проекта. Показатели рентабельности приведены в следующей таблице (Табл. 2).

Таблица 2. Рентабельность по выручке, %.

| **показатель \ год** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|
| Рентабельность продаж, % | 24,6% | 12,6% | 18,4% | 17,4% | 16,3% |
| Рентабельность по чистой прибыли, % | 20,4% | 9,2% | 14,6% | 11,6% | 11,9% |

Показатели рентабельности рассчитаны на основании прогнозного отчёта о прибылях и убытках. На протяжении всего рассматриваемого периода деятельность предприятия рентабельна. Не значительное падение рентабельности, в последующий период с 3-го по 5-й год, вызвано, прежде всего, заложенным в расчётах для повышения устойчивости проекта, превышением темпов роста цен на сырьё материалы и комплектующие над темпом роста цен на конечную продукцию.

Проведённые расчёты и анализ полученных значений показателей эффективности инвестиций для проекта показали, что данный проект реализуем.

Значения показателей эффективности проекта свидетельствуют о его высокой эффективности.

Срок окупаемости проекта менее 4-х лет.

Рентабельность текущей деятельности высока.

***Пример. Финансовая состоятельность проекта.***

С самого начала проверим соответствие нашего баланса золотому правилу финансирования (горизонтальная структура).

Собственный капитал > внеоборотных активов ($\text{СК}/\text{ВНА} > 1$)

5326 : 4440 = 1,20 , что больше единицы.

Или $\text{СК} + \text{заемный долгоср. капитал}/\text{ВНА} + \text{запасы} > 1$

(5326+ 1500)/4440+1059 = 1,24

Этот показатель положительно характеризует структура баланса, так как коэффициент покрытия больше 1.0

Далее более подробно рассмотрим показатели устойчивости.

Показатели, характеризующие финансовую устойчивость

| **Наименование Показателей** | **Коэффициенты 2007** | **2008** | **Норматив** | **Расчет** |
|---|---|---|---|---|
| Коэффициент Капитализации | 0,6 | 0,2 | Ф1<=1 | Ф1=(4р+5р):3р Баланса |
| Коэфф. Обеспеченности | 0,22 | 0,73 | Ф2>=0.6-0.8 | Ф2=3р-1р:2р. Баланса |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Собственными источниками финансирования | | | | |
| Коэффициент Финансовой независимости. | 0,62 | 0,82 | Ф3>=0,5 | Ф3=3р:валюта Баланса |
| Коэфф.финансирования (обратный коэфф.Капитализации). | 1,66 | 4,6 | Ф4>=1 | Ф4=3р:4р+5 Баланса |
| Коэффициент финансовой устойчивости | 0,8 | 0,9 | Ф5>=0.8-0.9 тревожное 0.75 | Ф5=(3р+4р):(валюта баланса) |
| Коэффициент финансовой независимости в части формирования запасов. | 0,83 | 1,42 | | Ф6=3р-1р:запасы+ндс |

Исходя из полученных показателей можно сделать вывод о финансовой устойчивости предприятия в 2007 году -коэффициент равен 0,8,в 2008 - 0,9 ,при нормативе от 0.8 до 0.9., одновременно предприятие финансово независимо ,так как коэффициент финансовой независимости 0.62в 2007 году и 0,82 в 2008 году, что больше нормативного – 0,5.

При всех положительных показателях наблюдается недостаток собственных источников финансирования в 2007 году, но в 2008 году коэффициент в пределах норматива 0,73.

Основные коэффициенты, характеризующие ликвидность баланса

| **№** | **Название Коэффициента** | **Коэффициент 2007** | **2008** | **Норматив** | **Расчеты** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Коэффициент Абсолютной ликвидности. | 1,63 | 1,87 | К абс.ликв >0.2 – 0.7 | К абс.лик=Денежн.ср+краткоср.фин.вл/Кратк.займы +кр. задолж +прочие(баланс) |
| 2 | Коэффициент текущей ликвидности | 2,4 | 7,3 | >=2.0 необходимое значение 1.0 | Кл=Об.активы+долгоср.фин.вл/ : Кратк.займы +кредиторская задолж,задолж.перед участн+прочие |

Ликвидность баланса на конец 2007 года выше нормативной и составляет 2,4.

В 2008 году - 7,3 . Хотя ликвидность баланса больше нормативной, но большие значения коэффициента говорят о том, что собственный средства заморожены в оборотных активах предприятия.

Деловая активность предприятия.

В целом деловая активность характеризуется показателем устойчивости экономического роста, который позволяет предположить ,что предприятию не грозит банкротство. Коэффициент устойчивости экономического роста показывает, какими темпами в среднем увеличивается экономический потенциал предприятия.

Коэффициент устойчивости экономического роста рассчитывается следующим образом:

$$Кр = Чп - Д : Скх100$$

2007 год - Кр=5316:5326 =99,8% ,в 2008 г - 29464/34790=84,69 %

Хотя в процентном отношении в 2008 году процент снизился по сравнению с 2007 году, но в абсолютном выражении все-таки рост существенен.

Расчет некоторых коэффициентов деловой активности

| **Наименование Коэффициента** | **Коэффициенты 2007** | **2008** | **Расчеты** |
|---|---|---|---|
| Коэффициент общей оборачиваемости капитала (ресурсоотдача) | 1,41 | 1,56 | Да1=выручка от реализации /валюта баланса( оборотах) |
| Фондоотдача | 2,9 | 5 | Да4= выручка от реализации /стоимость ОС |
| Показатели управления активами | | | |
| Коэффициенты оборачиваемости | 1,76 | 1,71 | Да5=выручка от реализации /:4 р + 3 р баланса |
| собственного капитала | | | |
| Коэффициент оборачиваемости материальных ресурсов | 11,33 | 4,6 | Да6=выручка от реализации :стр.210+стр.220(оборотов) |
| Коэффициент оборачиваемости денежных средств | 4,3 | 9,3 | Да7=выручка от реализации стр.260 баланса |

В целом деловая активность характеризуется показателем устойчивости экономического роста, который позволяет предположить ,что предприятию не грозит банкротство.

Фондоотдача также повысилась с 2,9 в 2007 году до 5,0 в 2008 году.

В 2007 г. показатель ресурсоотдачи составил 1,41 ,и 1,56 в 2008 г

Темпы роста прибыли в 2007 г по сравнению с 2007 г составляют 29464/ 5316= 554%

Темпы роста объема продаж 66003:12000 = 550%

Темпы роста валюты баланса 42340 / 8530 = 496%

Золотое правило экономики $Тбп > Топ > Та > 100$

В нашем случае 554 >550 >496 > 100%

Золотое правило соблюдено, прибыль увеличивается быстрее роста объема продаж, объем продаж растет быстрее, чем активы предприятия, т.е. ресурсы используются эффективно.

Оценка рентабельности

На основе данных отчета доходов и расходов и баланса, а также в соответствии с рекомендациями Фонда рассчитаем показатели рентабельность деятельности предприятия.

Чистый объем продаж 2007 г- 12000 тыс.руб ,2008 год- 66003 тыс.руб

Чистые операционные затраты- 6477тыс.руб.; 2008 год-26347 тыс.руб

Чистая прибыль 2007 года- 5316 2008 -го-29464

Среднесписочная численность - 2007 - 8,8 чел в т.ч. штатных 2,5 и 2008 г -16,8 чел, в т.ч. штатных - 3,8

| Наименование Показателя | Показатели 2007 | 2008 | Расчеты |
|---|---|---|---|
| Рентабельность продаж ROS | 44,3 | 44,64 | Чистая прибыль/чистый объем продаж |
| Рентабельность продукции | 1,85 | 2,51 | Чистый объем продаж/чистые операционные затраты |
| Объем продаж в отношении на 1 сотрудника в год, тыс.руб | 1364 | 3929 | Объем продаж /численность |
| Срок операционной самоокупаемости проекта | | 1 кв.2008 года из прибыли | Внешний инвестор вкладывает 1500 тыс.руб. |
| ROI | 3,54 | 7,86 | Чистая прибыль/инвестированный капитал |
| PB | | 1 кв.2008 года | |
| NPV | 2581 | 3935 | при дисконтной ставке в 2007 году 11 % годовых и в 2008 году 16 % годовых |

В представленных примерах приведены интегральные показатели эффективности инвестиционных проектов. В примере приведен анализ деловой активности, ликвидности и финансовой устойчивости предприятия. Полученные коэффициенты позволяют в интегральной форме оценить динамику и дать количественную оценку экономических изменений в финансовом положении предприятия.

С использованием модели бизнес-процесса, сформированного в программе "AE-Project", оптимизация бизнеса производится в соответствии с диаграммой, представленной на Рис. 1. Начинается процесс со сбора исходных данных, которые формируют характеристики процессов, связанных с выполняемым проектом. По введенным данным формируются основные отчеты по выполняемому проекту: Отчет о движении денежных средств, Отчет о прибыли, Проектный баланс и Показатели эффективности проекта. На первом этапе определяется потребность в финансовой поддержке проекта. Обязательным условием выполнения проекта является положительное значение итоговой суммы в отчете о движении денежных средств. Для выполнения этого условия предприниматели обращаются в финансовые структуры за кредитом или другим видом финансовой поддержки. Обращение за внешней финансовой поддержкой влечет дополнительные финансовые расходы, которые могут быть отнесены на период, когда выполняемый проект сможет сформировать необходимую сумму для погашения стоимости финансовых услуг. Определение сроков обращения за финансовой поддержкой, величины займа, срока его возврата, срока возврата процентов по займу – все эти задачи определяются с использованием выходных отчетов программы AE-Project. Используя показатели эффективности, можно проводить оптимизацию бизнес-процесса по видам выпускаемых товаров или услуг, проводить оптимизацию постоянных и переменных затрат проекта.

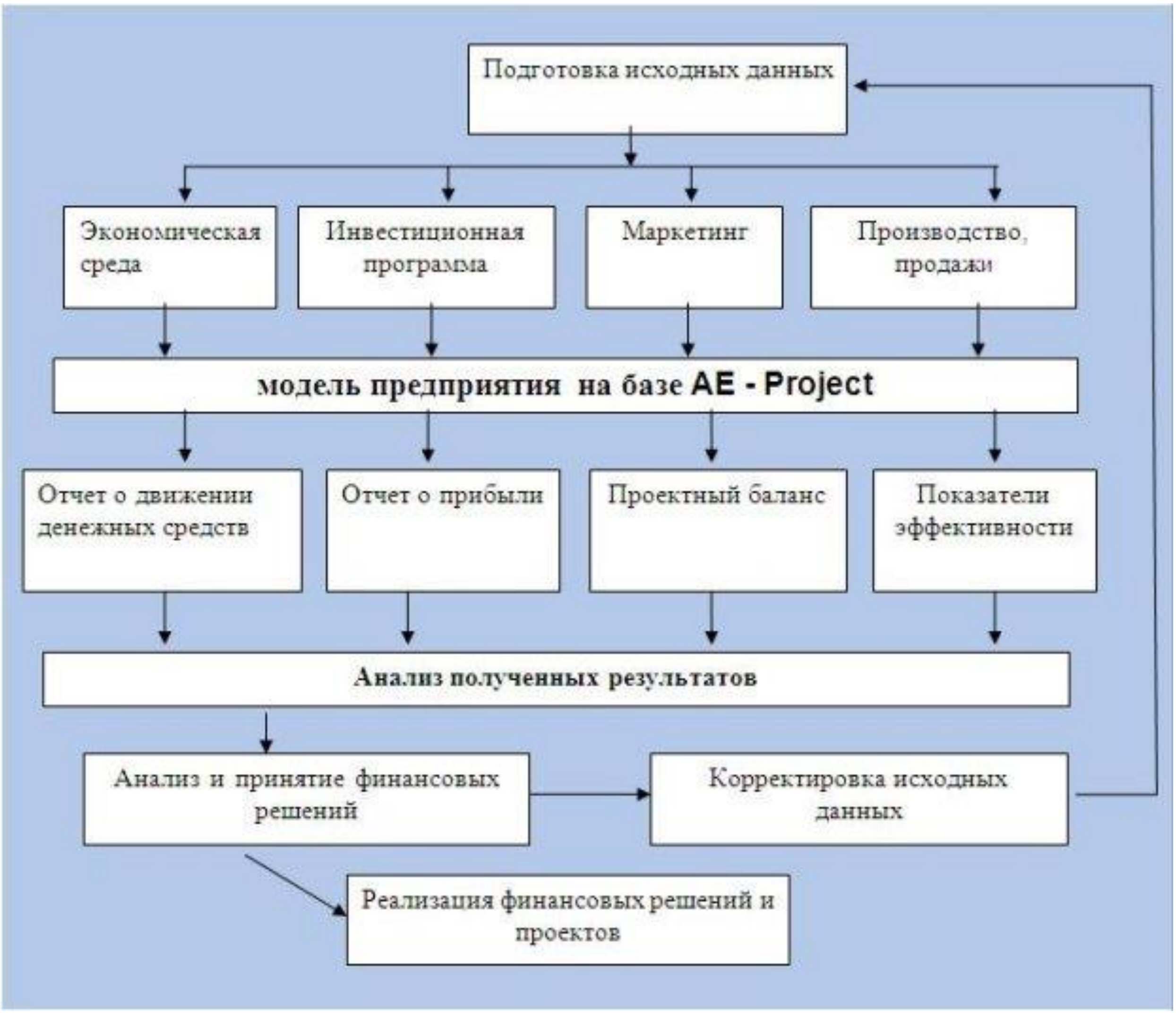



**Рис. 1.** Диаграмма отладки бизнес-процесса с использованием программы AE-Project

**Вопросы и упражнения:**

1. Каким образом в финансовом плане учитывается изменение стоимости капитала во времени?
2. Что такое ставка дисконтирования?
3. Каким образом учитывается поправка на риск?
4. Каково различие в периодах окупаемости – с учетом или без учета ставки дисконтирования?
5. Основные методы вычисления ставки дисконтирования?
6. Различие между планом движения денежных средств и планом доходов и расходов?
7. Связь баланса с планом движения денежных средств и планом доходов и расходов?
8. Основные показатели финансовой эффективности проекта?
9. IRR и его определение?

10. PP и его определение?
11. NPV и его зависимость от ставки дисконтирования?
12. Определение рентабельности основных средств?
13. Ликвидность предприятия?
14. Финансовая устойчивость?
15. Откройте программу AE-Project и ознакомьтесь с выходными формами "Отчеты" и "Диаграммы". Проведите анализ финансовых потоков проекта. Проведите корректировку финансовых потоков и выпуска продуктов для вывода проекта на удовлетворительные показатели. Выход на удовлетворительные показатели выполняется как последовательность изменения входных параметров в соответствии с эффективностью и возможностью этого изменения. После достижения удовлетворительных экономических результатов перейдите к формированию текста бизнес-плана, используя возможность заготовленного шаблона.

**Рекомендуемая литература [осн. 6, доп.4]**

## Занятие 11. Методы формализованного представления предметной области, программные средства, базы данных, корпоративные хранилища данных.

1. Методы формализованного представления предметной области

***Задание к семинарскому занятию***

1. Разработать информационную систему в соответствии с выданным заданием.

- Варианты использования и действующие лица
- Взаимодействие объектов
- Классы и пакеты
- Атрибуты и операции
- Связи
- Представление компонентов
- Представление размещения

2. Сгенерировать программный код на языке заданном преподавателем.

3. Выполнить обратное проектирование программы, заданной преподавателем, или выбранной самостоятельно.

Отчет должен содержать информацию по каждому пункту задания.

***Пример выполнения задания***

Rational Rose — мощный инструмент анализа и проектирования объектно-ориентированных программных систем. Он позволяет моделировать системы до написания кода, так что вы можете с самого начала быть уверены в адекватности их архитектуры. С помощью готовой модели недостатки проекта легко обнаружить на стадии, когда их исправление не требует еще значительных затрат.

Среда Rational Rose позволяет проектировать варианты использования и их диаграммы для визуализации функциональных возможностей системы. Диаграммы Взаимодействия показывают, как объекты работают совместно, обеспечивая требуемые функциональные возможности. Для отображения объектов системы и их отношений используются диаграммы Классов. Диаграммы Компонентов иллюстрируют, как классы соотносятся с готовыми физическими компонентами системы. Наконец диаграммы Размещения применяют для визуализации проекта распределенных систем.

Модель Rose — это картина системы. Она содержит все диаграммы UML, действующих лиц, варианты использования, объекты, классы, компоненты и узлы системы. Она детально описывает, что система содержит и как функционирует, поэтому разработчики могут использовать ее в качестве эскиза или чертежа создаваемой системы.

Варианты использования и действующие лица

Представление Вариантов Использования, как правило, не зависит от реализации модели. Варианты использования и действующие лица описывают сферу применения проекта (project scope), но не вникают в такие детали его реализации, как, например, используемый язык программирования.

Одним из основных преимуществ применения диаграммы Вариантов Использования является то, что она предоставляет важную информацию. Взглянув на варианты использования, ваши клиенты поймут, какие функциональные возможности будут заложены в систему. Рассматривая действующих лиц, они выяснят, кто конкретно будет с ней взаимодействовать. Изучая все множество вариантов использования и действующих лиц, они определят сферу применения системы, что она должна будет делать. Это поможет им узнать также, что она не будет делать, и внести коррективы. Например, взглянув на диаграмму, пользователь может сказать: "Все это прекрасно, но я хочу иметь еще возможность получать отчет о десяти последних транзакциях для моего счета".

Конкретная цель диаграмм Вариантов Использования — документирование вариантов использования (все входящее в сферу применения системы), действующих лиц (все вне этой сферы) и связей между ними. Разрабатывая диаграммы Вариантов Использования для библиотечной системы представлена на рис.1.

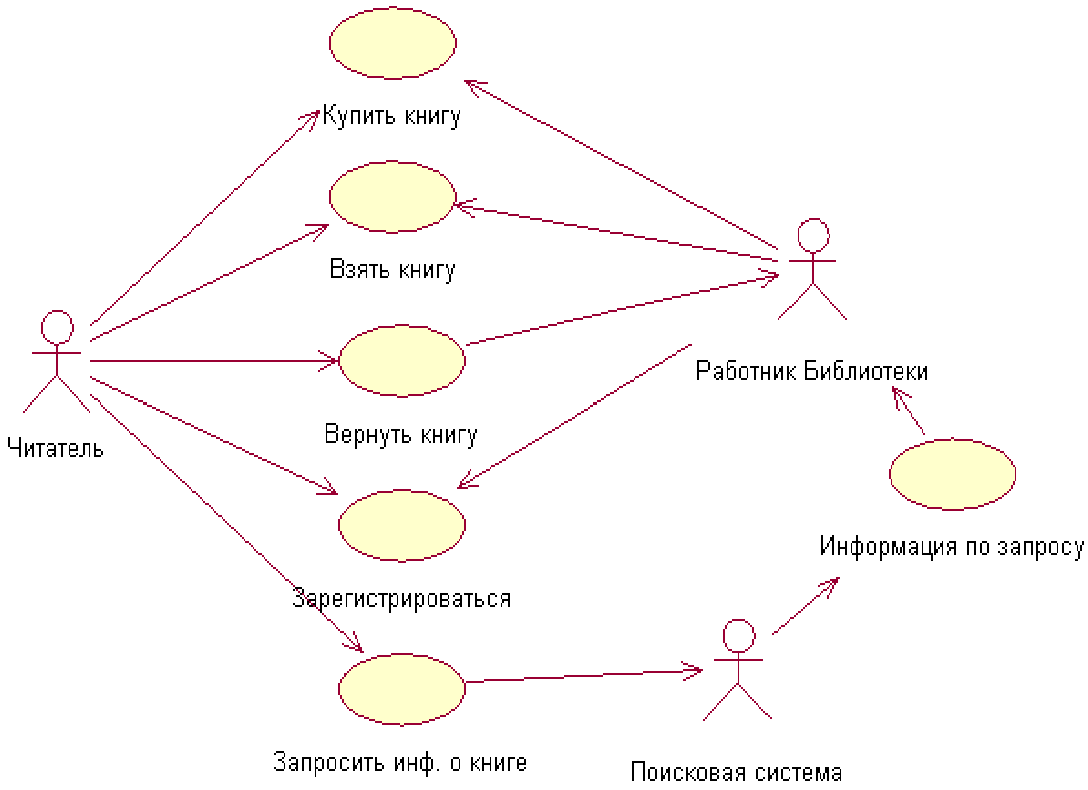



Рис.1 Диаграмма вариантов использования

Диаграмма вариантов использования показывает, основные функции системы (купить книгу, взять книгу, регистрация и т.д.), взаимодействие объектов при выполнении вышеперечисленных функций. Что даёт общее представление о системе.

## Взаимодействие объектов

Существуют два типа диаграмм Взаимодействия: диаграммы Последовательности и Кооперативные диаграммы. Оба отображают события, участвующие в процессе обработки информации варианта использования, и сообщения, которыми обмениваются объекты. События на диаграмме Последовательности упорядочены по времени, а Кооперативная диаграмма организована вокруг самих объектов. В приводимом в конце главы упражнении мы построим диаграмму Последовательности для описания потока событий варианта использования "Ввести новый заказ" нашей системы обработки заказов.

С помощью диаграмм Взаимодействия проектировщики и разработчики системы могут определить классы, которые нужно создать, связи между ними, а также операции и ответственности (responsibilities) каждого класса. Диаграммы Взаимодействия — краеугольный камень, на котором возводится оставшаяся часть проекта.

Диаграммы Взаимодействия содержат:

Объекты: Можно использовать имена как объектов, так и классов, или того и другого.

Сообщения: С помощью сообщения один объект или класс запрашивает у другого выполнения какой-то конкретной функции. Например, форма может запросить у объекта Отчет напечатать ее.

## Диаграмма последовательности

Диаграммы Последовательности упорядочены по времени. Они полезны для того, кто хочет понять логическую последовательность событий в сценарии. Хотя информация о последовательности входит и в Кооперативные диаграммы, она лучше воспринимается на диаграмме Последовательности.

Составим для разрабатываемой системы три диаграммы последовательности:

- Читатель берёт книгу;
- Читатель возвращает книгу;
- Регистрация читателя.

В идеальном случае, таких диаграмм должно быть на порядок больше, во первых, как минимум по одной на каждую функцию системы, а во вторых, должны быть разработаны для каждой функции все возможные варианты, обрабатывающие исключительные ситуации. В связи с тем, что система разрабатывается в рамках лабораторной работы, построение диаграмм для основных функций считаю достаточным.

«Читатель берёт книгу»

Читатель, пришедший в библиотеку, желает взять выбранную им книгу. Диаграмма последовательности для этого случая представлена на рис. 2. Выделяются пять объектов: Читатель, Работник библиотеки, Поисковая система, БД и Книга. Стрелками показаны взаимодействия этих объектов, а именно пересылка сообщениями между этими объектами, необходимых для выполнения поставленной задачи.

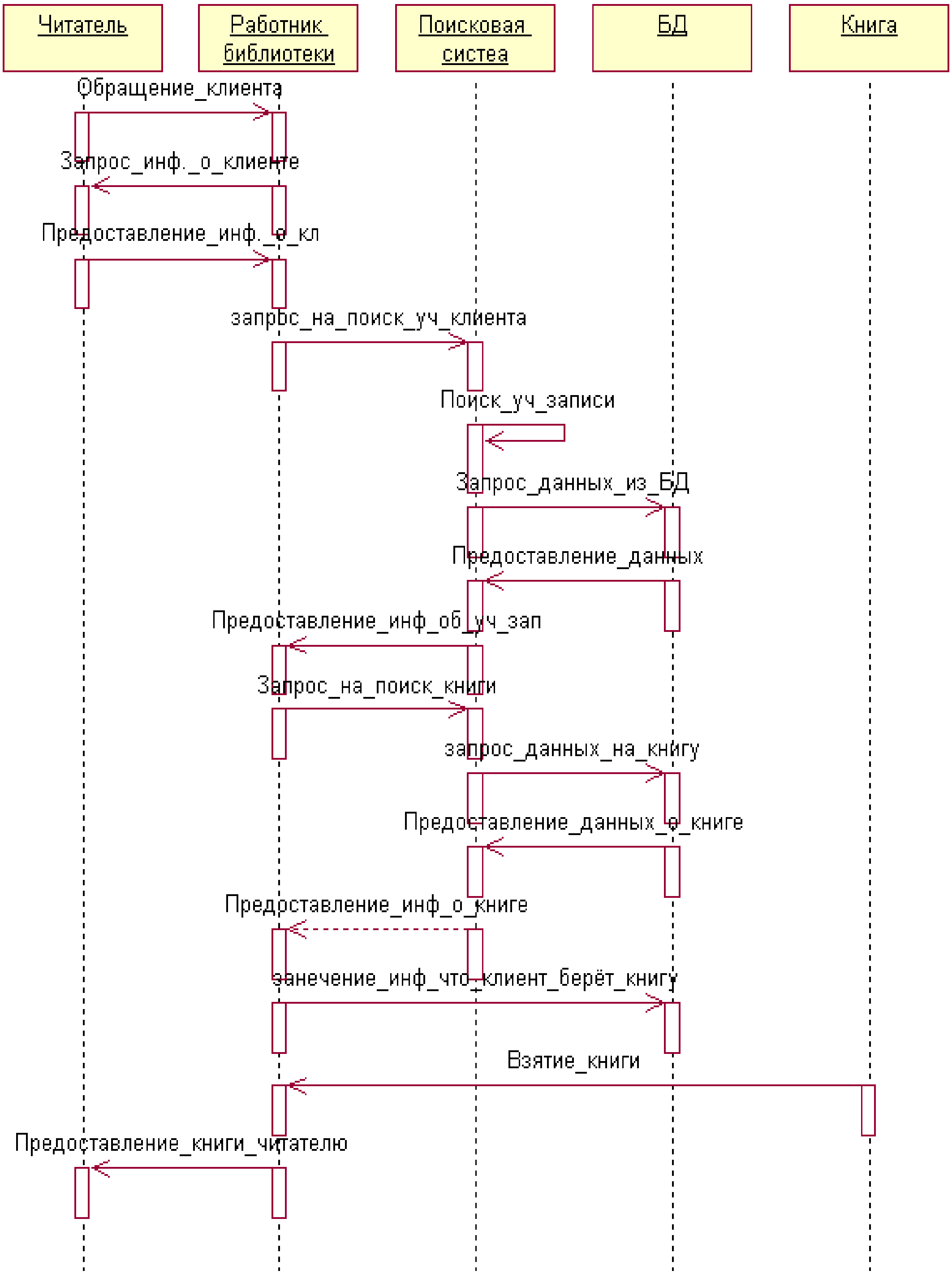



Рис. 2 Диаграмма последовательности для «Читатель берёт книгу»

«Читатель возвращает книгу»

Читатель, пришедший в библиотеку, желает вернуть прочитанную книгу. Диаграмма последовательности для этого случая представлена на рис. 3. Выделяются пять объектов: Читатель, Работник библиотеки, учётная запись, БД и Книга. Стрелками показаны взаимодействия этих объектов, а именно пересылка сообщениями между этими объектами, необходимых для выполнения поставленной задачи.

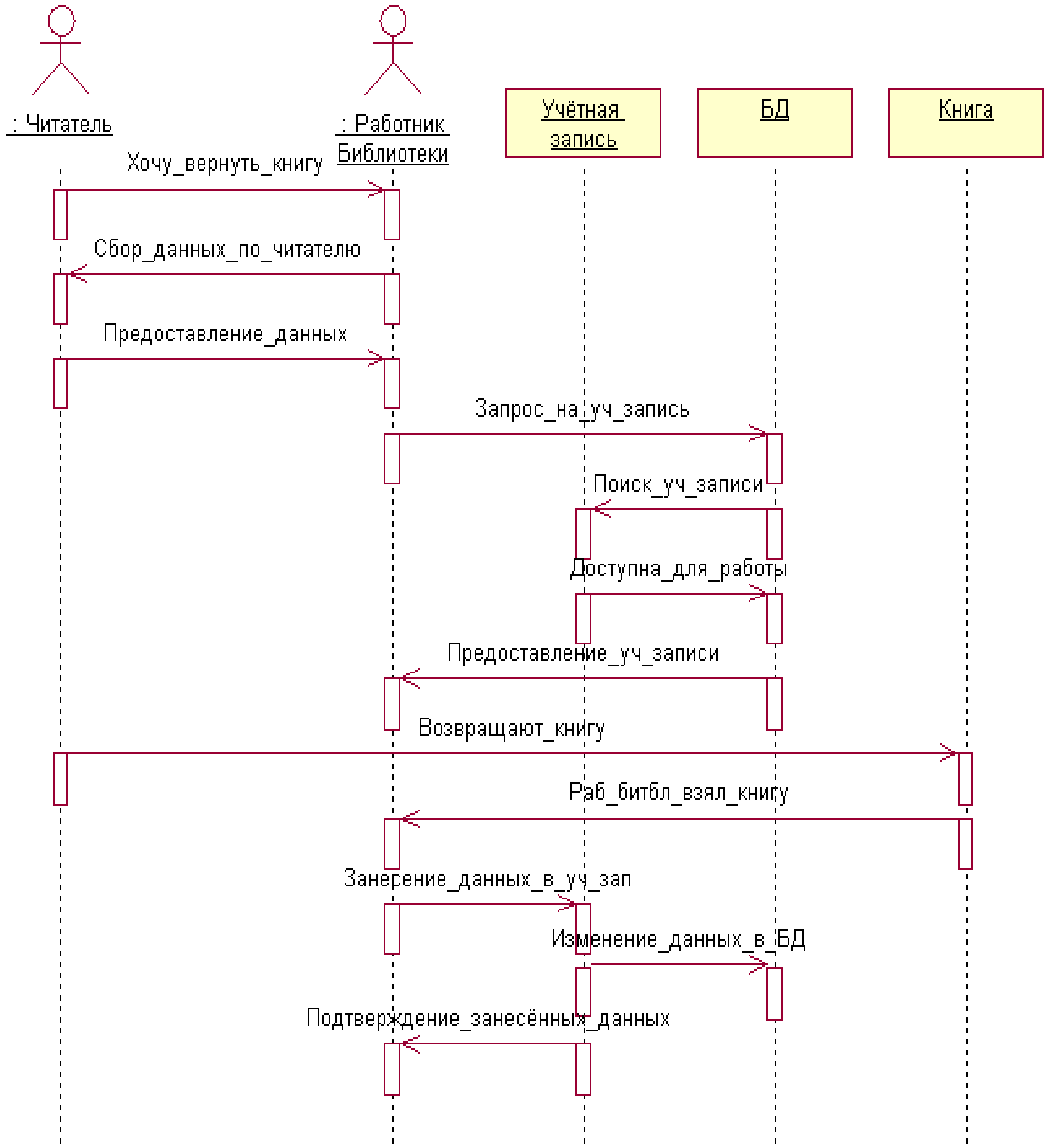



Рис.3 Диаграмма последовательности для «Читатель возвращает книгу»

«Регистрация читателя»

Человек, пришедший в библиотеку желает зарегистрироваться, чтоб получать возможность брать книги для чтения домой. Диаграмма последовательности для этого случая представлена на рис. 4. Выделяются четыре объекта: Читатель, Работник библиотеки, учётная запись, БД. Стрелками показаны взаимодействия этих объектов, а именно пересылка сообщениями между этими объектами, необходимых для выполнения поставленной задачи.


Рис.4 Диаграмма последовательности «регистрация читателя»

**Диаграмма кооперативная**

Кооперативные диаграммы полезны в тех случаях, когда нужно оценить последствия сделанных изменений. Кооперативная диаграмма показывает, какие объекты взаимодействуют друг с другом. При внесении изменений в объект вы сразу поймете, на какие другие объекты это повлияет.

Выше мы строили диаграммы последовательности для случаев: Читатель взял книгу, читатель вернул книгу и регистрация читателя. Теперь еж приведём кооперативные диаграммы для этих же случаев (рис.5,6,7), для отслеживания всех взаимодействий объектов.

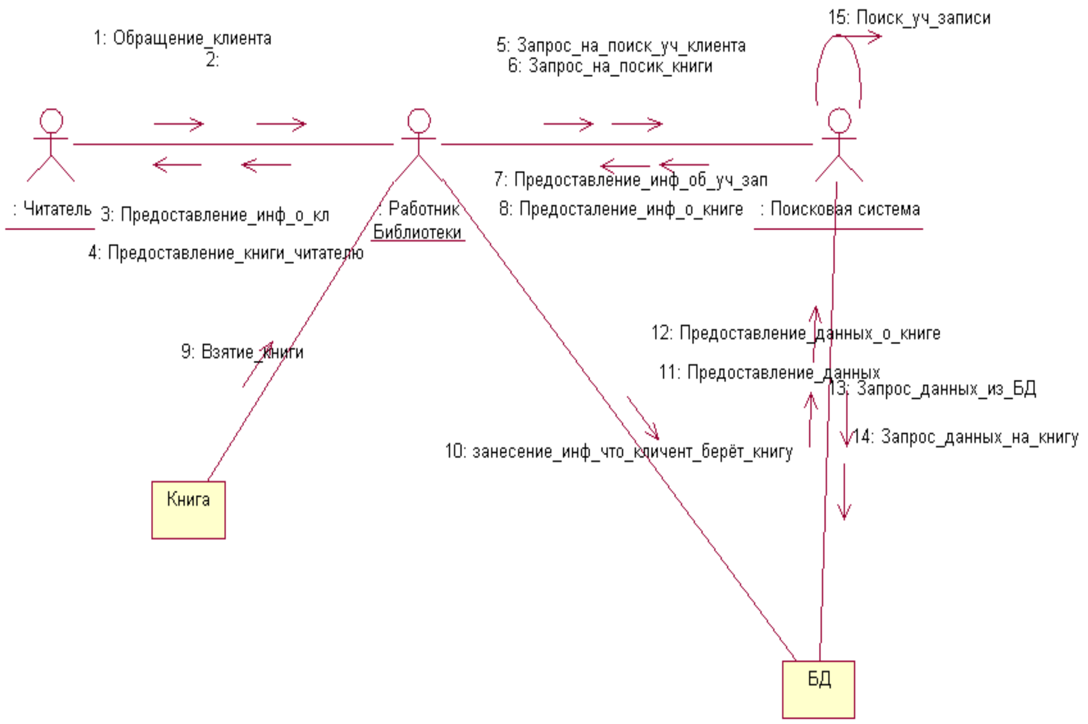



Рис.5 Диаграмма кооперации «Читатель берёт книгу»

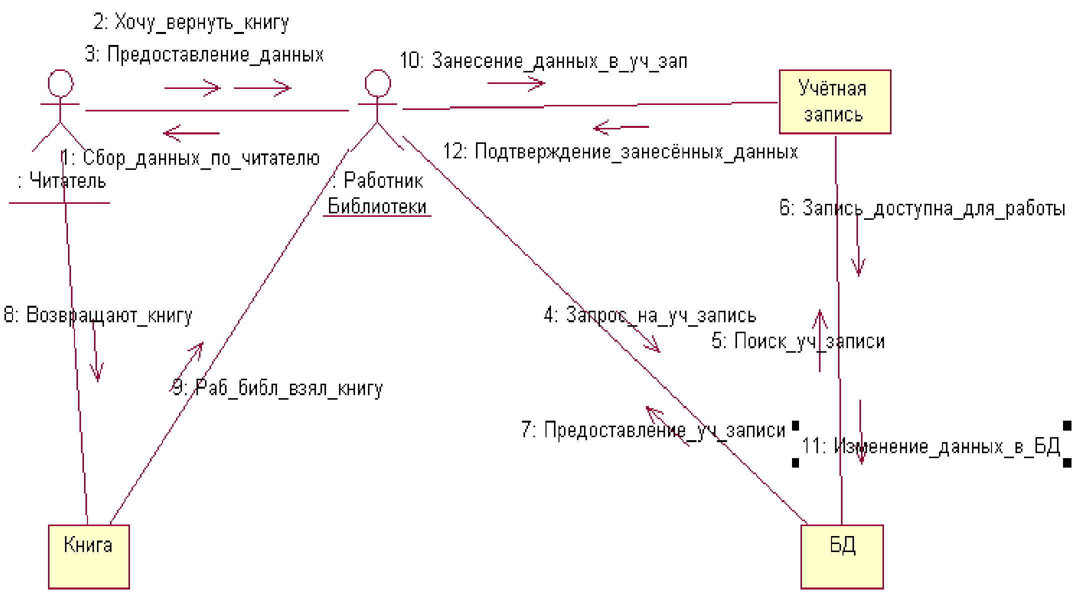



Рис.6 Диаграмма кооперации «Читатель возвращает книгу»

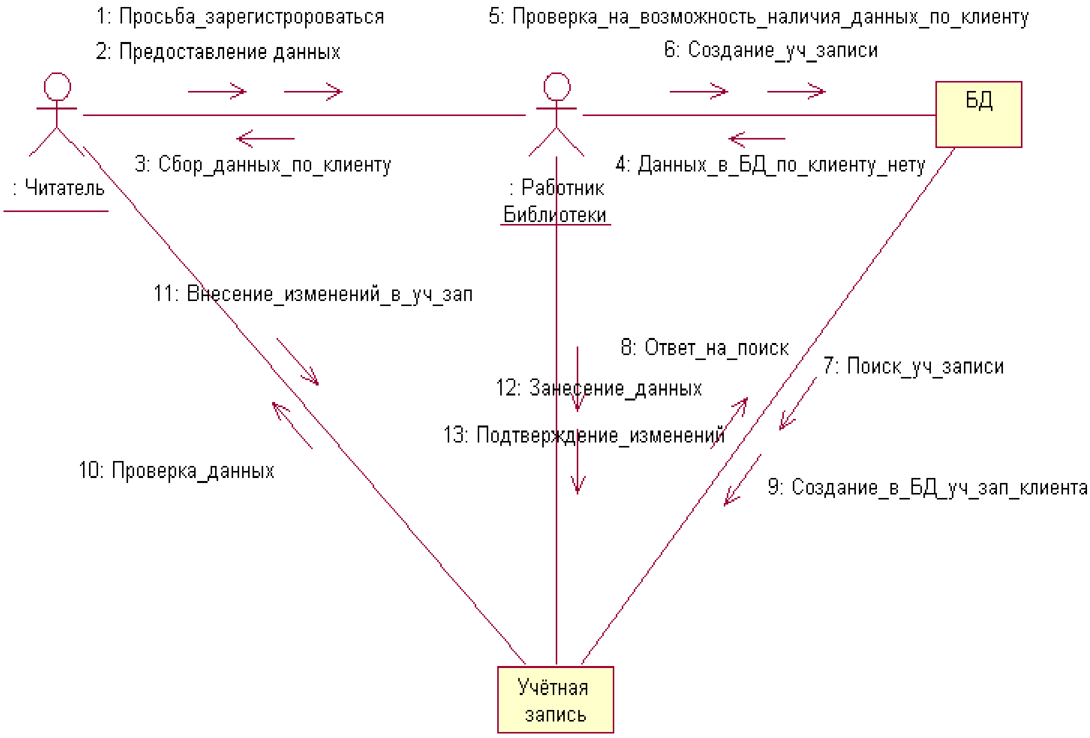



Рис.7 Диаграмма кооперации «Регистрация читателя»

## Классы и пакеты

Объектом называют нечто, заключающее (инкапсулирующее) в себе некоторые данные и поведение. Это термин, описывающий реальные, конкретные предметы. Данные объекта называются атрибутами (attributes). Поведение объекта представляется его операциями (operations). В среде Rose объекты помещают на диаграммы Взаимодействия. Когда действующее лицо (представляющее собой стереотип класса) или какой-то другой класс переносится на диаграмму Взаимодействия, автоматически создается экземпляр объекта этого класса. Удаление объекта с диаграммы Rose не приводит к удалению класса из модели.

Класс — это некая сущность, представляющая собой как бы схему объекта. Иными словами, класс определяет данные и поведение, которыми должен обладать объект.

На языке UML такие элементы, как действующие лица, варианты использования, классы и компоненты, можно сгруппировать в пакеты (packages). В частности, в представлении Вариантов Использования можно сгруппировать в пакеты варианты использования и действующих лиц

В разрабатываемой системе, не было особого смысла создавать пакеты, т.к. объём информации достаточно маленький. Основные классы представлены на рис.8. Построив диаграммы Взаимодействия объектов, были выявлены основные операции классов и составлены необходимые атрибуты, и соответствующие атрибутам типы данных.

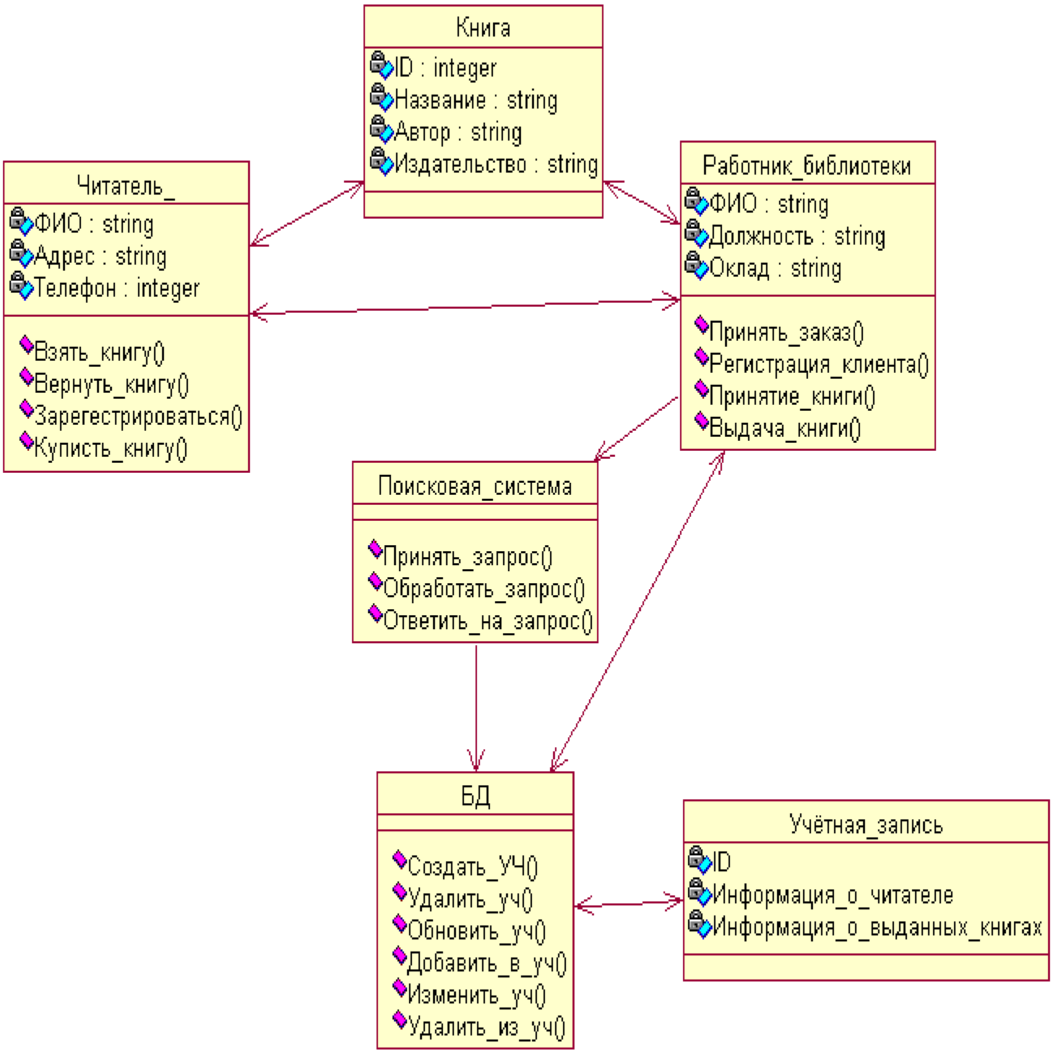



Рис.8 Диаграмма классов для разрабатываемой системы

## Представление компонентов

Компонентом (component) называется физический модуль кода. Компонентами бывают как библиотеки исходного кода, так и исполняемые файлы. Например, если вы работаете на языке C++, то файлы .CPP и .H будут отдельными компонентами. Получающийся при компиляции исполняемый .EXE файл также является компонентом системы.

Перед началом генерации кода необходимо соотнести каждый из файлов с соответствующими компонентами. На языке C++ каждый класс соотносится с двумя компонентами, один из которых соответствует .CPP файлу этого класса, а другой — .H файлу.

На рис.9 представлен общий вид диаграммы компонентов, состоящей из основного исполняющего файла (main.exe) взаимодействующего с драйверами базы данных, дополнительными библиотеками и компонентами самой базы данных.

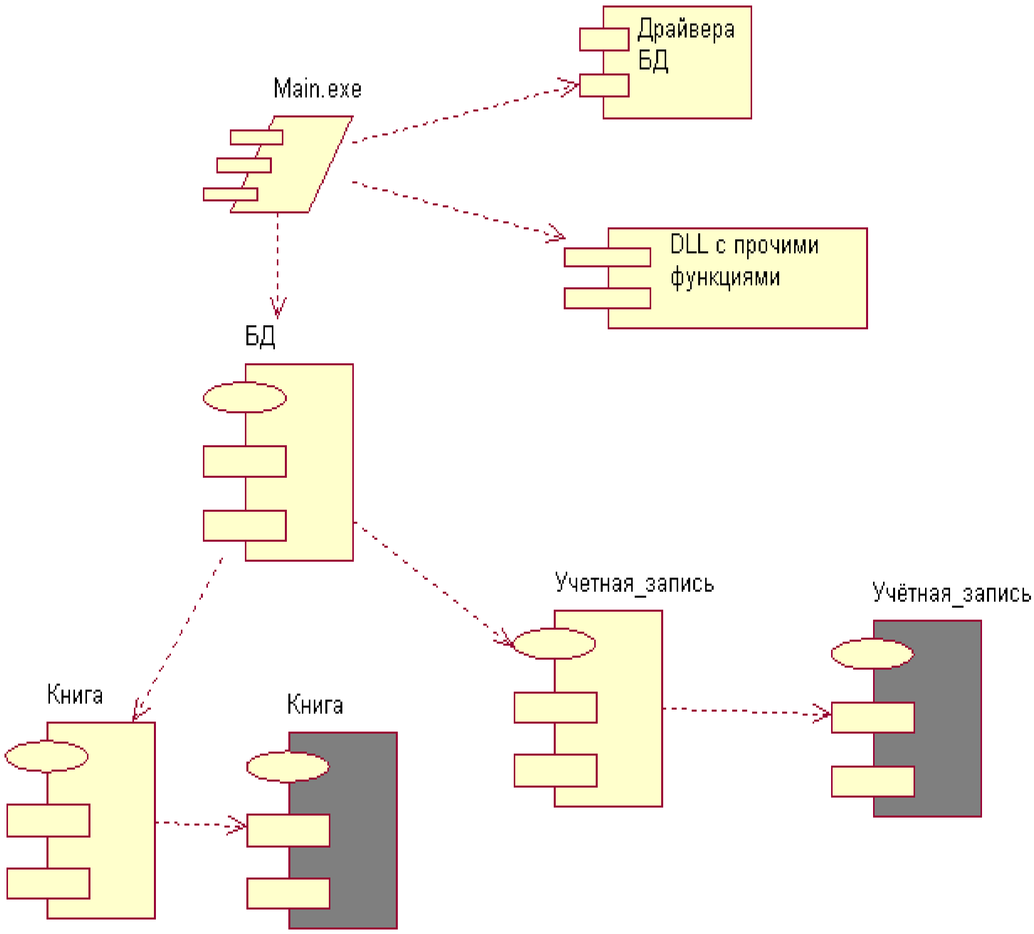



Рис.9 Обобщённая диаграмма компонентов

Представление размещения

Представление Размещения (Deploymen: view). Оно отражает физическое распределение готового приложения, включая размещение и топологию сети, а также локализацию в ней компонентов системы. Рассматриваются и такие проблемы, как определение требуемой полосы пропускания сети, предполагаемого количества параллельно работающих пользователей, действий при неполадках на сервере и т.д.

Представление Размещения содержит процессоры, устройства, процессы и связи между процессорами и устройствами. Все они наносятся на диаграмму Размещения (Deployment diagram). Для системы и, следовательно, для модели Rose может быть создана только одна диаграмма Размещения.

Диаграмма размещения для разрабатываемой системы представлена на рис.10. Сервер БД является отдельной машиной на которой стоит База данных, к примеру, Paradox. По средством сети сервер соединяется с двумя рабочими станциями, на которых установлена программа main.exe, которая производит все необходимы операции, обращаясь лишь к серверу за информацией из БД. Общим разделяющим ресурсом рабочих станций является лазерный принтер.

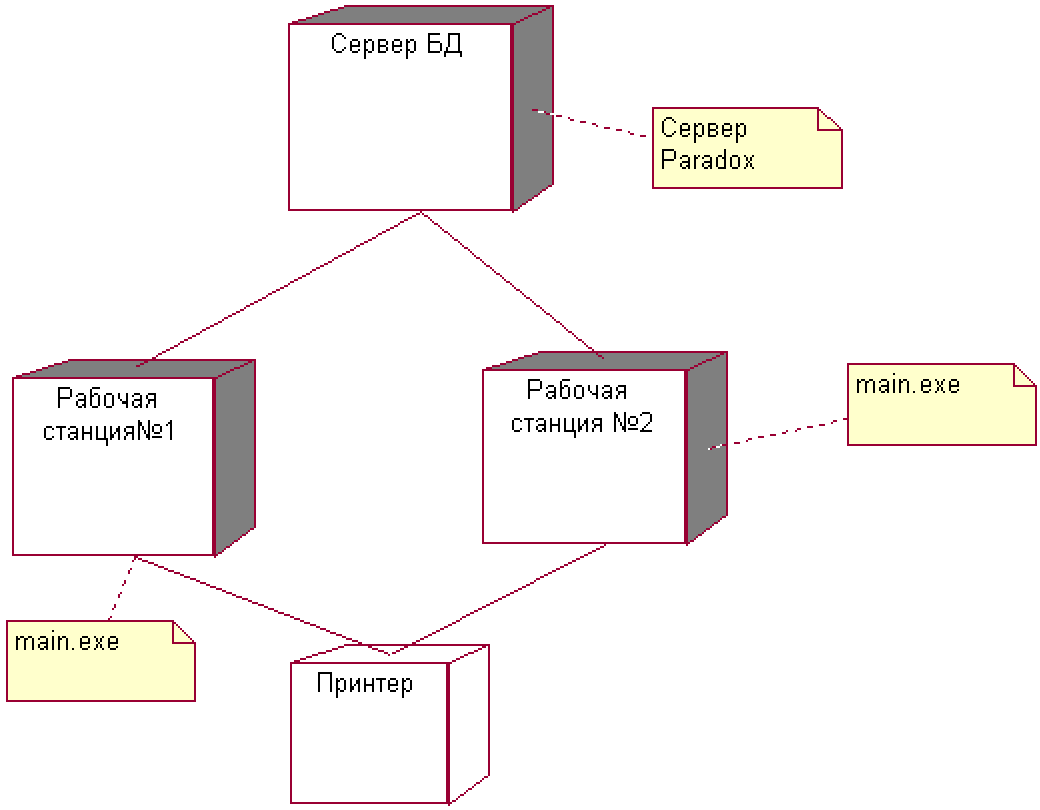



Рис. 10 Диаграмма размещения для разрабатываемой системы

**Генерация программного кода**

Данный программный пакет позволяет генерировать код для большого количества языков программирования, C++, ADA, Java, Basic и т.д. Мы же буде генерировать код на языке C++.

Сгенерированные программные компоненты представлены на рис.11.

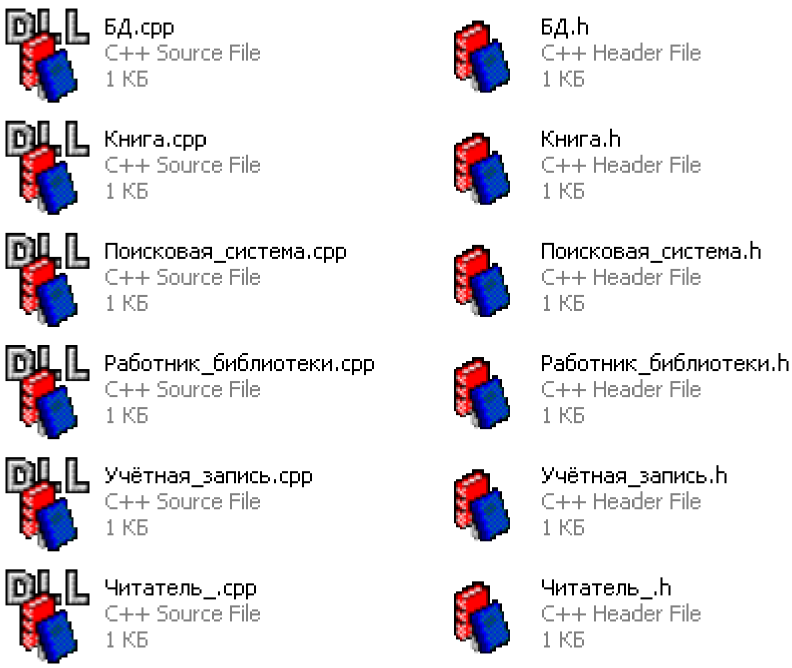


Рис.11 Сгенерированные программные компоненты

Сгенерированный программный код для компонента «Работник_библиотеки.h» подставлен ниже.

```
#ifndef
РАБОТНИК_БИБЛИОТЕКИ_H_HEADER_INCLUDED_C3CD2C49
#define
РАБОТНИК_БИБЛИОТЕКИ_H_HEADER_INCLUDED_C3CD2C49
//##ModelId=3C32E1BA036B
class Работник_библиотеки
{
public:
//##ModelId=3C32E3D30186
Принять_заказ();
//##ModelId=3C32E3DB000F
Регистрация_клиента();
//##ModelId=3C32E3E3035B
Принятие_книги();
//##ModelId=3C32E3EA00DA
Выдача_книги();
private:
//##ModelId=3C32E4060399
string ФИО;
//##ModelId=3C32E40B004E
string Должность;
//##ModelId=3C32E40F030D
string Оклад;
};

#endif /*
РАБОТНИК_БИБЛИОТЕКИ_H_HEADER_INCLUDED_C3CD2C49 */
```

**Рекомендуемая литература [осн. 10, доп.2-5]**

Основная литература:


1. Хуснутдинов Р. Ш. Экономико- математические методы и модели: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: НИЦ ИНФРА- М, 2014. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005313-4 2.
2. Осипов Г. В. Моделирование социальных явлений и процессов с примен. матем. методов: Учеб.пос. / Г.В.Осипов и др.; Под общ. ред. В.А.Садовничего - М.: Норма: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 192с.: ил.;
3. Макконнелл К. Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика: Уч. / К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю, Ш.М. Флинн. -Пер19-е англ. изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 1028 с

4. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике: учеб.пособие / Н. Ш. Кремера. — М. :Юрайт, 2010. – 430 с.
5. Ковалев С.В. Экономическая математика: учеб.пособие/ С.В. Ковалев. — М,:КНОРУС, 2010. — 248 с.
6. Четыркин Е.М. Финансовая математика: учебник / Е.М. Четыркин. — М.: Дело, 2010. – 400 с.
7. Кремер Н.Ш. Эконометрика: учебник / Н. Ш. Кремера. — М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 400 с.
8. Лоу Ю.Д. Методы и алгоритмы финансовой математики/ Ю.Д. Лоу. — М.: Бином, 2010. — 751 с.
9. Моисеев С. И. Математические методы и модели в экономике / С. И. Моисеев, А. В. Обуховский. — Воронеж : АОНО ВПО «Институт менеджмента, маркетинга и финансов» , 2010. – 345 с.
10. Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник /Е.В.Михеев.— М.: Проспект, 2011. — 448 с.
11. Паклин Н. Бизнес – аналитика: от данных к знаниям (+СД)/ Н.Паклин. — Сп-б.: Питер,2010 — 704 с.
12. Бурда Г. П., Бурда А. Г. Методы оптимальных решений и теория игр: учебное пособие для вузов / Краснодар, 2011.
13. Бурда А.Г. Математическая экономика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по экономическим специальностям / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда, А. А. Гусельникова. Краснодар, 2009. (Изд. 2-е)
14. Павлидис В.Д., Чкалова М.В.Практикум по экономико-математическим методам / М.: Омега-Л, Оренбург: ОГАУ, 2014. 130 с.

Дополнительная литература:

1. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002.

2. Информационные системы и технологии в экономике. Учебник. /Под ред. В.И. Лойко. – М.: Финансы и статистика, 2002.

3. Дик В.В. Методология формирования решений в экономических системах и инструментальные средства их поддержки. -М.: Финансы и статистика, 2002.

4. Граничин О.Н. Информационные технологии в управлении: учебник/ О.Н.Граничин. — М.: Интернет Ун-т Информ. Технологий, 2008. — 336 с.

5. Ивасенко А.Г. Информационные технологии в экономике и управлении: учебник / А.Г.Ивасенко.— М.:Кнорус, 2010. — 154 с

6. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах /О.И.Ларичев. — М.:Университетская книга, 2008. — 392 с.

7. Павлов С. Н.П 12 Системы искусственного интеллекта : учеб. пособие. В 2-х частях. /С. Н. Павлов. — Томск: Эль Контент, 2011. — Ч. 1. — 176 с.