

УДК 519.816

Н.К. ТИМОФІЄВА

Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій та систем НАН та МОН України**СЕМАНТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ**

Показано, що при семантичному моделюванні виникають задачі комбінаторної оптимізації, зокрема, задача покриття об'єктів певними ознаками, аргументом цільової функції в якій є розбиття n -елементної множини на підмножини. Побудовано математичну модель пошуку еталону заданого об'єкта в базі даних з використанням теорії комбінаторної оптимізації. Необхідна інформація знаходиться або за певними ознаками, або за заданим об'єктом.

Ключові слова: комбінаторна оптимізація, семантичне моделювання, цільова функція, таксономія, кластеризація, класифікація.

Н.К. ТИМОФЕЕВА

Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН и МОН Украины**СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМБИНАТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ**

Показано, что при семантическом моделировании возникают задачи комбинаторной оптимизации, в частности, задача покрытия объектов определенными признаками, аргументом целевой функции в которой является разбиение n -элементного множества на подмножества. Построена математическая модель поиска эталона заданного объекта в базе данных с использованием теории комбинаторной оптимизации. Необходимая информация находится или по определенным признакам, или по заданному объекту.

Ключевые слова: комбинаторная оптимизация, семантическое моделирование, целевая функция, таксономия, кластеризация, классификация.

N.K. TIMOFEEVA

International Scientific Training Center
for Information Technologies and Systems**SEMANTIC MODELING AND COMBINATORIAL OPTIMIZATION**

For the intellectualization of database systems is used semantic modeling, which allows you to define the essence of a given object more deeply. It consists in the fact that the object (essence) must be covered with signs, which characterize it as much as possible. In this case arises a covering problem which applies to the problems of combinatorial optimization. The argument of the target function in it is a partition n -element set on a subset. The coverage of objects by certain signs is carried out in such a way that they completely cover it. These signs can characterize both one object and several. Among them you can select solvable problems and insoluble ones. The essence of this problem is this: it is necessary to find a partition n -element set on a subset in which a given object is maximally covered by the minimum number of signs when the condition is fulfilled, namely: the number of the same elements in different clusters must be minimal. The paper presents the mathematical model of this problem.

In addition to the problem of covering by appropriate signs of a given object, it is necessary to conduct its search in the database. At the same time, it is necessary to solve such combinatorial optimization problems as classification and clustering. Search in the database of information is carried out in two ways, namely: on certain signs, which are described by the input data, one or more objects are looking for, or the object is compared with one or more standards, the search object is set. The problem of finding the necessary information is divided into two subproblems: the search for information in the database and comparison of the input information with the standard. The objective function in it depends on two variables.

The problem of finding information in databases is regular and refers to NP-full. To find the optimal result in real time proposed approach, which allows you to solve this problem to solvable.

Keywords combinatorial optimization, semantic modeling, objective function, taxonomy, clusterization, classification.

Постановка проблеми

У теорії моделювання даних при реальному проектуванні структури бази даних застосовується метод, який названо семантичним моделюванням. Він являє собою моделювання структури даних,

спираючись на їхній зміст, що важливо для інтелектуалізації різних систем. яке дозволяє визначати глибше сутність певного об'єкта. При цьому виникають задачі комбінаторної оптимізації, виявлення яких дозволяє пояснити природу цих задач та для їхнього розв'язання використовувати модифікацію відомих методів та алгоритмів комбінаторної оптимізації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Існуючі системи баз даних зазвичай володіють досить обмеженими відомостями про семантичні характеристики даних, які в них зберігаються. Найчастіше вони дозволяють лише маніпулювати даними певних простих типів [1–2]. Більш складна інтерпретація покладається на користувача. Для інтелектуалізації системи необхідно розширювати обсяг знань її бази та підтримувати високорівневі інтерфейси користувача. З цією метою використовують семантичне моделювання, яке дозволяє визначати глибше сутність певного об'єкта. Воно полягає в максимальному визначенні семантичних ознак, якими він описується.

Як інструмент семантичного моделювання використовуються різні варіанти діаграм сутність-зв'язок або ER-діаграми [1, 3]. Для адекватного застосування моделі "сутність-зв'язок" створюються різні математичні моделі, формулювання яких базується на основі таких математичних понять як теорія множин, теорія решіток, теорія графів. Тип сутності інтерпретується як множина, а сутність – як елемент цієї множини. Модель "сутність – зв'язок" – це модель даних, яка використовується при проектуванні різноманітних моделей (інформаційних систем, баз даних, архітектур комп'ютерних додатків та інших систем). Дана модель ґрунтується на деякій важливій семантичній інформації про реальний світ. Концептуальна модель даних, спроектована засобами моделі "сутність – зв'язок", складається з документації до моделі, в якій відображені основні об'єкти та їх властивості.

Мета дослідження

Для розв'язання поставленої задачі необхідно провести аналіз семантичного моделювання та виділити задачі комбінаторної оптимізації, які тут виникають. Розв'язання виділених задач в рамках теорії комбінаторної оптимізації в подальшому дозволить досить строго описати предметну область. Оскільки задачі пошуку інформації в базах даних – перебірні і відносяться до NP -повних, то для знаходження оптимального результату в реальному часі запропонований підхід дозволяє зводити нерозв'язні задачі до розв'язних.

Викладення основного матеріалу дослідження

Семантичне моделювання та задачі комбінаторної оптимізації. Семантичне моделювання являє собою моделювання структури даних, спираючись на зміст цих даних. Одним із способів представлення знань є семантична мережа, яка являє собою інформаційну модель предметної області, що має вигляд орієнтованого графа. Об'єктами можуть бути поняття, події, властивості, процеси.

Семантичне моделювання формалізує як поняття моделей "сутність – зв'язок", в яких виділяють: слабкі та сильні типи сутностей, слабкі та сильні типи зв'язків, типи сутностей суперклас, підклас та категорія, обмеження кардинальності типів зв'язків, обмеження участі та неперетину, що накладаються на типи сутностей суперклас та підклас, бінарних та багатосторонніх типів зв'язків. Тип сутності інтерпретується як множина, а сутність – як елемент цієї множини. Тобто, семантичне моделювання полягає в тому, що предмет (сутність) необхідно покрити певними ознаками, які його максимально характеризують. В цьому разі виникає задача покриття, яка відноситься до задач комбінаторної оптимізації.

При пошуку певного об'єкта в базі даних також виникають задачі комбінаторної оптимізації, які наведемо нижче. Має місце два типи задач: пошук об'єкта проводиться в базі даних за ознаками, які задаються як вхідні дані, та пошук проводиться за вхідним об'єктом, для якого шляхом порівняння знаходиться відповідний еталон.

Оскільки оговорені задачі відносяться до задач комбінаторної оптимізації розглянемо їхню загальну математичну постановку.

Загальна математична постановка задачі комбінаторної оптимізації. Задачі комбінаторної оптимізації, як правило, задаються на одній або кількох множинах, наприклад $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ та $B = \{b_1, \dots, b_{\tilde{n}}\}$, елементи яких мають будь-яку природу [4]. Назвемо ці множини *базовими*. Наявні два типи задач. В *першому* типі кожному з цих множин подамо у вигляді графа, вершинами якого є її елементи, а кожному ребру поставлено у відповідність число $c_{lt} \in R$, яке називають вагою ребра (R – множина дійсних чисел); $l \in \{1, \dots, n\}$, $t \in \{1, \dots, \tilde{n}\}$, n – кількість елементів множини A , \tilde{n} – кількість елементів множини B . Покладемо, що $n = \tilde{n}$. Між елементами цих множин існують зв'язки, числові значення яких назвемо вагами. Величини $c_{lt} \in R$ назвемо *вхідними* даними і задамо їх матрицями. В *другому* типі задач між елементами заданої множини зв'язків не існує, а вагами є числа $v_j \in R$, $j \in \{1, \dots, n\}$, яким у відповідність поставлено деякі властивості цих елементів, числові значення яких задаються скінченними послідовностями, що також є вхідними даними. Ці величини визначають значення цільової функції.

Для обох типів задач із елементів однієї або кількох базових множин, наприклад $a_l \in A$, $l \in \{1, \dots, n\}$, утворюється комбінаторна множина W – сукупність комбінаторних конфігурацій певного типу (перестановки, вибірки різних типів, розбиття тощо). На елементах w комбінаторної множини W вводить цільова функція $F(w)$. Необхідно знайти елемент w^* множини W , для якого $F(w)$ набуває екстремального значення при виконанні заданих обмежень.

Під комбінаторною конфігурацією розуміємо будь-яку сукупність елементів, яка утворюється з усіх або з деяких елементів заданої базової множини $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ [4]. Позначимо її впорядкованою множиною $w^k = (w_1^k, \dots, w_\eta^k)$, де $\eta \in \{1, \dots, n\}$ – кількість елементів у w^k , $W = \{w^k\}_1^q$ – множина комбінаторних конфігурацій. Верхній індекс k ($k \in \{1, \dots, q\}$) у w^k позначає порядковий номер w^k у W , q – кількість w^k у W .

Означення 1. Рекурентним комбінаторним оператором назовемо сукупність правил, за якими з елементів базової множини A утворюється комбінаторна конфігурація w^k .

Різноманітні типи комбінаторних конфігурацій утворюються за допомогою трьох рекурентних комбінаторних операторів: вибирання, транспозиція, арифметичний.

Справедливість цього твердження випливає з аналізу комбінаторних конфігурацій.

Найпростіші відомі комбінаторні конфігурації. такі: перестановки, вибірки, розбиття натурального числа, розбиття n -елементної множини A на підмножини, бінарні послідовності, блок-схеми, графи тощо.

Для їхнього позначення використовуємо $w^k \in W$ або символи, що описані в класичній літературі. Нижче наведемо лише ті, які мають місце в семантичному моделюванні.

Вибірки. З поняттям вибірки пов'язують як саму операцію виділення підмножин заданої множини, так і її результат: вибрану підмножину. В подальшому маємо на увазі друге поняття. Нехай задано базову множину $A = \{a_1, \dots, a_n\}$. З неї одержимо η -вибірку. Число η називають об'ємом вибірки. В η -вибірках в залежності від умов задачі або ураховується порядок розташування в них елементів (тоді їх називають η -перестановками або η -розміщеннями) або не ураховують. У цьому разі вони називаються η -сполученнями.

Оскільки потужність множини неупорядкованих вибірок без повторень дорівнює 2^n , то її порівнюють з бінарними послідовностями.

Отже, існують такі типи вибірок: упорядковані та неупорядковані. Неупорядковані – це сполучення без повторень і з повтореннями. Упорядковані – це розміщення з повтореннями та без повторень.

Оскільки будь-яка вибірка утворюється вибиранням відповідних елементів із базової множини $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, то цю операцію назовемо операцією вибирання і позначимо її $\alpha(A^0)$, $A^0 \subset A$.

Сполучення як з повтореннями, так і без повторень утворюються єдиною операцією – вибиранням.

Розбиття n -елементної множини A на підмножини. Розбиттям n -елементної множини A на η підмножин (кластерів) назовемо множину підмножин $\rho = (\rho_1, \dots, \rho_\eta)$ таку, що $\rho_1 \cup \dots \cup \rho_\eta = A$, $\rho_j \cap \rho_l = \emptyset$, $j \neq l$, $\rho_j \neq \emptyset$, $j, l \in \{1, \dots, \eta\}$. Непуста підмножина $\rho_j = \{a_1, \dots, a_{\xi_j}\}$, $a_s \in A$, $s \in \{1, \dots, n\}$, може мати від 1 до n елементів ($\xi_j \in \{1, \dots, n\}$). Кількість підмножин ρ_j у розбитті ρ також може бути від 1 до n ($\eta \in \{1, \dots, n\}$). Їхню множину позначимо Θ .

Нескладно помітити, що при генеруванні множини Θ у деяких ρ елементи змінюють порядок їхнього слідування, тобто для утворення розбиттів $\rho \in \Theta$ необхідно, крім арифметичного рекурентного комбінаторного оператора використовувати і транспозицію.

Таким чином, розбиття ρ у множині Θ утворюється двома рекурентними комбінаторними операторами: або арифметичним або транспозицією.

Комбінаторні конфігурації w^k і w^i , які складаються з кластерів (підмножин ρ_j^k , ρ_t^k) назовемо тотожними, якщо кількість ρ_j^k і ρ_t^k у них однакова і для будь-якої підмножини $\rho_j^k \subset w^k$ можна знайти у множині w^i підмножину ρ_t^i , яка не відрізняється від ρ_j^k ні кількістю елементів ні самими елементами.

Якщо порядок елементів у w^k та w^i при визначенні їхньої тотожності не ураховується, то w^k і w^i тотожні, якщо $\eta^k = \eta^i$ і $w_j^k = w_t^i$ для $j = \overline{1, \eta^k}$, $t \in \{1, \dots, \eta^i\}$.

Означення 2. Дві нетотожні комбінаторні конфігурації w^k і w^i назвемо ізоморфними, якщо $\eta^k = \eta^i$.

Означення 3. Підмножину $W_\eta \subset W$ назвемо підмножиною ізоморфних комбінаторних конфігурацій, якщо її елементи – ізоморфні комбінаторні конфігурації.

Множина W складається з підмножин ізоморфних комбінаторних конфігурацій W_η .

Зауваження. Оскільки операція транспозиції змінює лише порядок слідування елементів у $w^k \in W$, то множина перестановок W є множиною ізоморфних комбінаторних конфігурацій.

Задача покриття об'єктів певними ознаками. При семантичному моделюванні виникає задача максимального покриття об'єкта певними ознаками, які його характеризують. Ознаки розділяються на такі, які характеризують лише заданий об'єкт, за якими досить просто його визначити в базі даних. В цьому випадку задача є розв'язною. Якщо однакові ознаки описують різні об'єкти, але за допомогою диференціального аналізу можна знайти потрібний об'єкт, то така задача є частково розв'язною. Якщо одні і ті ж ознаки характеризують різні об'єкти і за ними не можна ідентифікувати пошукуваний, то виникає ситуація невизначеності. В цьому разі для розв'язання поставленої задачі необхідно уводити додаткові умови або розробляти інші правила пошуку.

Розглянемо детальніше задачу покриття заданими ознаками певного об'єкту. Змодельовавши її в рамках теорії комбінаторної оптимізації можна побачити, що вона відноситься до задач розбиття, аргументом цільової функції в якій є розбиття n -елементної множини A на підмножини як з повтореннями так і без повторень.

Нехай задано базу даних з об'єктами різної природи. Позначимо їх множиною A . Також задано ознаки, які характеризують ці об'єкти. Позначимо їх множиною B . Виділимо такі підзадачі:

- об'єкти із множини A покриваються ознаками із B так, щоб останні не перетиналися.
- об'єкти із множини A покриваються ознаками із B так, щоб останні повністю покривали задані об'єкти. В цьому разі один і той же елемент із B може характеризувати різні об'єкти (відноситься до різних кластерів).

Для обох оговорених задач розбиття $w \in W$ утворюється з елементів скінченної множини B .

В першій задачі утворені кластери не перетинаються, тобто $w_p \cap w_l = \emptyset$. Задача полягає в знаходженні такого розбиття $w^* \in W$, при якому об'єкт максимально покривається мінімальною кількістю ознак.

У другій задачі утворені кластери перетинаються, тобто $w_p \cap w_l \neq \emptyset$. Необхідно мінімізувати кількість ознак, які характеризують вибрані об'єкти так, щоб вони повністю їх покривали, а кількість однакових у різних кластерах елементів була б мінімальною.

Оговорена задача полягає в знаходженні такого розбиття $w^* \in W$, при якому об'єкт максимально покривається мінімальною кількістю ознак при виконанні умови, а саме: кількість однакових у різних кластерах елементів була б мінімальною.

В обох задачах цільова функція оптимізується за двома критеріями. При цьому виникає проблема мінімаксу (максиміну).

Оцінка складності розв'язання задач штучного інтелекту. Оцінка ефективності розв'язку з урахуванням вибраних критеріїв у перебірних задачах проводиться за обчислювальною складністю, яка полягає у визначенні кількості операцій, затрачених на розв'язання певної задачі. В цьому разі глобальний розв'язок теоретично існує та може знаходитися або поліноміально або експоненціально. Але в штучному інтелекті задачі характеризуються нечіткістю вхідних даних та крім кількості операцій, затрачених на знаходження глобального розв'язку, необхідно ураховувати міри подібності, які тут відіграють основну роль і від вибору яких в значній мірі залежить сам розв'язок. В цьому разі при знаходженні глобального розв'язку виникає ситуація невизначеності різної природи.

За способом визначення складності розв'язання задач розділимо їх на такі типи: 1) задачі, в яких вхідні дані задано в кількісному вимірі, а оцінка обчислювальної складності проводиться за кількістю затрачених на знаходження глобального розв'язку операцій; 2) задачі, вхідні дані в яких задано у якісному значенні, а оцінка обчислювальної складності проводиться як за кількістю затрачених на знаходження глобального розв'язку операцій так і за способом оцінки якості розв'язку.

Складність розв'язання задач штучного інтелекту полягає в тому, що одні і ті ж самі ознаки можуть характеризувати різні об'єкти. Якщо певні ознаки характеризують один і той же об'єкт, то міра подібності $g^+(x, y) = 1$, де x – об'єкт, який необхідно розпізнати, y – еталонний об'єкт. В цьому разі задача є розв'язною як за ознакою подібності так і за структурою вхідних даних. Вважатимемо, що вони утворюють

підклали розв'язних задач у штучному інтелекті. Якщо одні і ті ж ознаки описують різні об'єкти, то міра подібності $g_j(x, y) \in \{\chi, \dots, 0\}$, де χ – значення міри подібності, при якій можливий допустимий розв'язок.

Якщо $g^-(x, y) = 0$, то задача є нерозв'язною внаслідок виникнення ситуації невизначеності. До того ж задача пошуку певного об'єкта в базі даних повним перебором є NP -повна. Але вона стає поліноміально розв'язною, якщо за певними ознаками проведено структурування бібліотеки еталонних ознак, які характеризують задані об'єкти.

Знаходження об'єктів у базі даних за заданими ознаками. Необхідний об'єкт у базі даних можна знаходити за заданими ознаками, які його описують, або за самим об'єктом. Побудуємо математичну модель задачі пошуку об'єктів у базі даних за ознаками, які їх характеризують, з використанням теорії комбінаторної оптимізації. Позначимо $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ множину об'єктів, описання яких знаходиться в базі даних (множина еталонів), де елемент $a_s \in A$, $s \in \{1, \dots, n\}$, відповідає певному об'єкту, якому поставлено у відповідність характерні його ознаки $V^{(t)} = (v_1^{(t)}, v_2^{(t)}, \dots, v_{q_t}^{(t)})$, q_t – кількість ознак t -го об'єкта. Вхідною інформацією в цій задачі є множина ознак $\tilde{V} = (\tilde{v}_1, \tilde{v}_2, \dots, \tilde{v}_{\tilde{q}})$, що може описувати один або кілька різних об'єктів. Позначимо їх $B = \{b_1, \dots, b_{n^*}\}$, де $b_\sigma \in B$ – об'єкт, який потрібно визначити, n^* – кількість можливих об'єктів, а $q_t' \geq \tilde{q}$. Ознаки $\tilde{v}_r \in \tilde{V}$ вхідної інформації мають той же зміст, що і еталонні ознаки $v_l^{(t)} \in V^{(t)}$, $r \in \{1, \dots, \tilde{q}\}$, $l \in \{1, \dots, q_t'\}$, $\sigma \in \{1, \dots, n^*\}$. Може бути ситуація, коли в бібліотеці еталонів відсутній об'єкт, ознаки якого поступають із вхідною інформацією.

Задача полягає у знаходженні для B із множиною ознак \tilde{V} найбільш правдоподібного одного або кількох еталонів із множини $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, тобто за вхідними ознаками встановлюється один або кілька об'єктів $b_\sigma \in B$. Ознаки в цій задачі відіграють роль критеріїв, за якими оцінюється її розв'язок.

Для розв'язання цієї задачі необхідно провести пошук певного еталону в бібліотеці та порівняти його із вхідними ознаками. Тобто, основна задача розділяється на дві підзадачі. Вхідними даними в ній є інформація, яка поступає на вхід, та еталонна інформація, яка знаходиться в бібліотеці. Для встановлення їхньої подібності вводяться міри подібності. В процесі розв'язання задачі значення обчислених мір подібності є вхідними даними для наступних етапів пошуку оптимального розв'язку. Вони задаються матрицями, а обидві задачі зводяться до першого типу. Аргументом цільової функції в них є різні типи вибірок.

Задача пошуку бібліотечного еталону, який відповідає вхідним ознакам, полягає у знаходженні такого сполучення без повторень, для якого значення уведених цільових функцій, за якими оцінюється результат розв'язку, були б найбільшими. Задача порівняння еталону та вхідної інформації полягає в знаходженні такого розміщення без повторень, для якого задана цільова функція також набуває найбільшого значення.

Як видно з постановки задачі перебору пошук еталону, подібного до вхідного \tilde{V} , потребує повного перебору. Цю задачу можна звести до розв'язної шляхом структурування бібліотеки еталонів за певними ознаками, які визначають предметну область. Тобто, на етапі структурування бібліотеки розв'язується задача кластеризації, аргументом цільової функції в якій є розбиття n -елементної множини на підмножини. Вона полягає в розбитті елементів заданої множини A на кластери так, щоб змодельована цільова функція набувала оптимального значення. Вхідні дані в ній є числове значення міри подібності між певними ознаками, якими є елементи заданої базової множини.

Розглянемо задачу класифікації, яка має місце при утворенні подібних кластерів в семантичному моделюванні. Як правило, в задачі класифікації аргументом цільової функції вважають вхідні дані. Але, якщо змодельовати цю задачу в рамках теорії комбінаторної оптимізації, то можна побачити, що вона відноситься до класу задач розбиття, аргументом цільової функції в яких є розбиття n -елементної множини A на підмножини з повтореннями. В задачі класифікації виділимо такі підзадачі:

- задано скінченну базову множину A . Класи можуть бути як задано так і не задано. Необхідно розподілити елементи базової множини по класах так, щоб останні не перетиналися. Ця задача зводиться до задачі кластеризації;
- задано скінченну базову множину A . Класи можуть бути як задано так і не задано. Елементи множини A розподіляються так, що один елемент може належати різним класам. В даному разі аргументом цільової функції є розбиття n -елементної множини A на підмножини з повтореннями;
- задано нескінченну базову множину A , частина елементів якої відома, а частина визначається в процесі розв'язання задачі, тобто інформація поступає в процесі розв'язання задачі та змінюється в часі.

Аргументом цільової функції в ній є часткове розбиття нескінченної множини A на підмножини з повтореннями. В цьому разі уводиться часткова цільова функція та часткове розбиття.

Висновки

Отже, при семантичному моделюванні виникають задачі комбінаторної оптимізації. Це – задача покриття ознаками певного об'єкта, кластеризація, класифікація, задача встановлення подібності еталонного та вхідного об'єктів розділяється на підзадачі. В цьому разі для її розв'язання необхідно розробляти гібридні алгоритми. Аргументом цільової функції в них є розбиття n -елементної множини A на підмножини як з повтореннями, так і без повторень, різні типи вибірок. Для зведення задачі пошуку інформації в базі даних до розв'язної за певними ознаками проводиться її структуризація, яка зводиться до задачі кластеризації.

Список використаної літератури

1. Дейт К. Дж. Введення в системи баз даних, 8-е видання: пер. с англ. / К. Дж. Дейт. – М: Видавничий дім "Вільямс", 2005. – 1328 с.
2. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий / Д.В. Кудрявцев. – Санкт-Петербург: Политехн. ун-т, 2010. – 340 с.
3. Сільвейструк Л.М. Формалізація моделі "сутність-зв'язок": типи сутностей, типи зв'язків та їх обмеження: автореф. дис ... канд. фіз-мат. наук: 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин та систем. – К., 2009. – 18 с.
4. Тимофієва Н.К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Автореф. дис... докт. техн. наук. Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. – К., 2007. – 32 с.