

# Ключевые концепты и связи между разделами школьного курса астрономии

## Key Concepts and Connections Between Sections of the School Astronomy Course

Получено 07.10.2024 Одобрено 20.10.2024 Опубликовано 25.10.2024

УДК 37.02

DOI: 10.12737/1998-1740-2024-12-5-46-52

**Р.В. МАЙЕР,**  
**ФГБОУ ВО «Глазовский государственный**  
**инженерно-педагогический университет**  
**им. В.Г. Короленко», г. Глазов**

**R.V. MAYER,**  
**Glazov Korolenko State Engineering**  
**and Pedagogical University,**  
**Glazov**

e-mail: robert\_maier@mail.ru

e-mail: robert\_maier@mail.ru

### Аннотация

Проанализирована проблема выявления ключевых понятий школьного курса астрономии и установления внутрисубъектных связей между различными разделами курса. В результате контент-анализа школьного учебника астрономии выявлено 42 ключевых концепта, знание которых имеет принципиальное значение для усвоения курса. С целью определения силы внутрисубъектных связей для каждого раздела курса астрономии получены списки ключевых слов с указанием количества их употреблений, которые фактически являются формализованными моделями сравниваемых текстов. С помощью специальных компьютерных программ, написанных на языке ABCPascal, вычислены косинусоидальная мера близости между любыми двумя разделами и мера Дайса, реагирующая на наличие слов в текстах и не учитывающая число словоупотреблений. Была учтена парадигматическая связь между различными терминами, например: Солнце – звезда, Сатурн – планета и т.д. Получены матрицы мер близости, на их основе построены: граф, показывающий внутрисубъектные связи между разделами учебника астрономии; граф, учитывающий расстояния между разделами в многомерном семантическом пространстве. С целью оценки степени интегрированности различных разделов в курс астрономии вычислены средние коэффициенты семантической близости каждого раздела с другими разделами. Установлено, что наибольшими значениями обладают: раздел 3 «Движение небесных тел», раздел 5 «Методы исследования небесных тел» и раздел 7 «Звезды». Они близки друг к другу и составляют ядро учебника астрономии.

**Ключевые слова** астрономия, внутрисубъектные связи, дидактика, концепт, мера близости, текст.

### Abstract

The problem of identifying the key concepts of the school astronomy course and establishing intra-subject relationships between different sections of the course is analyzed. As result of the content analysis of the school astronomy textbook, 42 key concepts have been identified, the knowledge of which is of fundamental importance for the course assimilation. In order to determine the strength of intra-subject connections, the keyword lists are obtained for each section of the astronomy course indicating the number of their uses, which are actually formalized models of the compared texts. Using special computer programs on ABCPascal, are calculated: the cosine measure of proximity between any two sections; the Dice measure that reacts to the presence of words in texts and does not take into account the number of word uses. The paradigmatic connection between different terms was taken into account, for example: Sun – star, Saturn – planet, etc. Matrices of proximity measures are obtained, and based on them are constructed: the graph showing intra-subject connections between the astronomy textbook sections; the graph that takes into account the «distances» between sections in a multidimensional semantic space. In order to assess the integration degree of various sections into the astronomy course, the average coefficients of semantic proximity of each section with other sections are calculated. It is found that their greatest values are in sections 3 «Motion of celestial bodies», 5 «Methods of studying celestial bodies» and 7 «Stars». They are close to each other and form the astronomy textbook core.

**Keywords:** astronomy, intrasubject connections, didactics, concept, proximity measure, text.

С позиций системного подхода школьный курс астрономии – сложный многомерный объект, состоящий из связанных друг с другом элементов (теоретических рассуждений, рисунков, формул, заданий и т.д.). Эти смысловые связи между различными порциями учебного материала называются внутрисубъектными. Их анализ помогает лучше понять структуру дисциплины, построить ее модель и оптимизировать методику преподавания.

Проблема выявления ключевых концептов и установления внутрисубъектных связей в курсе астрономии очень актуальна. Рассматривая учебник как модель курса, можно выявить самые

важные и часто используемые понятия, без понимания которых усвоение учебного материала невозможно. Обнаружение внутрисубъектных связей и их актуализация играют большую роль в плане повышения системности мышления и знаний учащихся [9]. Поэтому данной проблемой занимались многие ученые-методисты, проводя качественно-количественный анализ учебных текстов. Так, Т.Н. Гнитецкая разработала теорию внутрисубъектных связей, предусматривающую использование графов, которая учитывает количество и объем связей. Вместе с Ю.Е. Шутко они оценили целостность различных курсов физики и ее влияние на успеваемость студен-

тов [7]. Н.Ф. Искандеров, проанализировав школьный курс физики, выделил десять видов внутрипредметных связей [9]. К.А. Попов и П.А. Строчиллов в [13] исследовали влияние внутрипредметных связей на освоение дисциплин с концентрической структурой и их учет для оптимизации обучения. Авторы учебников и учебных пособий также учитывают связи между различными элементами учебного материала.

Из-за неопределенности и расплывчатости обсуждаемой проблемы получаемые оценки силы связей довольно субъективны. Часто эксперт не может указать, какие факторы и в какой степени были учтены при определении семантической близости текстов (параграфов, порций учебного материала) и установлении смысловых связей между ними. В настоящее время разработаны и активно используются методы вычисления степени семантической близости текстов с помощью компьютера [10]. Они основаны на учете ключевых понятий (концептов) и количества их употреблений, что позволяет получить более точные и объективные результаты [14].

#### Цель статьи:

1) установить ключевые концепты школьного курса астрономии;

2) определить степень семантической близости и выявить внутрипредметные связи между различными разделами школьного курса астрономии.

Методологической основой исследования являются работы ученых по следующим направлениям:

1) извлечение ключевых слов: А.С. Ванюшкин и Л.А. Гращенко [3], И.Е. Воронина, А.А. Кретов, И.В. Попова и Л.В. Дудкина [5], С.О. Шереметьева и П.Г. Осминин [16], K. Barker и N. Cornacchia [17];

2) семантические связи: Т.В. Ефимова [8], А.Б. Нугуманова, И.А. Бессмертный, П. Пецина и Е.М. Байбурун [12], О.А. Турбина и О.А. Савельева [15];

3) семантическое сходство текстов: Н.К. Андриевская [1], А.Ю. Бородащенко [2], П.Е. Велихов [4], Л.А. Кузнецов и В.Ф. Кузнецова [10], А.Ш. Сулейманов [14];

4) внутрипредметные связи: Т.Н. Гнитецкая и Ю.Е. Шутко [7], Н.Ф. Искандеров [9], К.А. Попов и П.А. Строчиллов [13].

Для выявления ключевых концептов и нахождения меры смысловой близости используются компьютерные программы, написанные на *ABC Pascal*.

**Сущность используемого метода.** Учебник астрономии фактически является моделью школь-

ного курса астрономии, учитель на уроке в общем и целом придерживается содержания учебника. Поэтому формируемые у ученика знания, включая ключевые концепты и различные связи, приблизительно соответствуют содержанию учебника и отражают некоторые объективные закономерности.

**Концептом** называется ментальное образование, складывающееся из понятия и соответствующих ощущений, зрительных образов, представлений, а также связей с другими понятиями. Ключевыми называются концепты, формирование которых имеет определяющее значение для понимания учебного материала. Они, как правило, имеют большое количество однокоренных слов и связей, чаще других упоминаются в учебнике и используются при рассмотрении различных вопросов и тем. Например, слова «светило», «светит», «светимость», «освещенность» относятся к одному концепту «свет».

Для получения списка ключевых концептов текст каждого раздела учебника астрономии обрабатывают ресурсом *advego.com*. В результате получают списки всех используемых слов с указанием частоты употребления. Ресурс не позволяет обрабатывать тексты объемом более 100 000 символов, поэтому проанализировать одновременно весь текст учебника невозможно. С помощью специальной программы *Obединenie.ras* объединяют получившиеся файлы *a-1.txt*, *a-2.txt*, *a-3.txt*, ... ; при этом суммируется количество употреблений одинаковых слов. Получается один файл *obshii.txt*, содержащий общий список слов; его упорядочивают по алфавиту с помощью *Word*. Из упорядоченного списка выделяют часто используемые концепты, имеющие общие корни, и вычисляют суммарное количество их употреблений.

Для оценки степени близости необходимо формализовать сравниваемые тексты  $T_A$  и  $T_B$ , заменив их списками ключевых слов  $A$  и  $B$  с указанием количества или частоты их употреблений (модель «мешок слов»). Объединение множеств ключевых слов образуют тезаурус объемом  $N = N(A \cup B)$ .

Формально спискам  $A$  и  $B$  соответствуют вектора  $\vec{a}(a_1, a_2, \dots, a_N)$  и  $\vec{b}(b_1, b_2, \dots, b_N)$  в  $N$ -мерном пространстве, где  $a_i$  и  $b_i$  – частота употребления ключевых слов (часть из них равна 0). Мера близости текстов  $T_A$  и  $T_B$  рассчитывается как косинус угла между соответствующими векторами; он равен 0 для ортогональных векторов (тексты абсолютно не похожи) и 1 для сонаправленных векторов, когда  $T_A$  и  $T_B$  очень близки по содержанию [1]. Также применяют меру Дайса,

которая реагирует на наличие терминов (а не на число упоминаний), и помогает выявить тексты с близкими наборами ключевых понятий [4].

Как утверждает Т.В. Ефимова [8], между двумя предложениями (текстами) существует семантическая связь, если они одновременно содержат **слова-индикаторы связности**. Ими могут быть:

- 1) одинаковые существительные или существительное и заменяющее его местоимение;
- 2) синонимы или однокоренные слова, относящиеся к одному концепту;
- 3) существительные, между которыми имеется парадигматическая связь типа «род – вид», «часть – целое», «общее – частное», подобия и т.д. (например, Солнце – звезда).

Чем больше индикаторов связности в двух предложениях (текстах), тем выше сила семантической связи. При анализе учебных текстов ситуация упрощается, так как в них все связи обозначаются явно, используется стандартная научная терминология, а личные местоимения употребляются редко.

Итак, два текста связаны между собой, если в каждом из них встречаются одинаковые научные понятия либо понятия  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , связанные парадигматически. Поскольку учебный материал в школьных учебниках излагается без каких-либо намеков и иносказаний, для оценки семантической близости текстов  $T_A, T_B, T_C, \dots$  можно определить степень совпадения научной лексики с учетом парадигматических связей между терминами. Если связи между различными текстами обусловлены использованием одинаковых

подходов, принципов, моделей, уравнений, то это приводит к применению одинаковых или синонимичных понятий. Обсуждаемый метод, предполагающий сравнение ключевых терминов-маркеров, позволяет обнаружить и такие связи.

Как учесть парадигматические связи между различными понятиями? Способы обогащения модели «мешок слов» семантическими связями проанализированы в книге А.Б. Нугумановой [12]. Человек мыслит концептами, фраза «солнечный свет» означает «свет, исходящий от Солнца», поэтому прилагательные «солнечный», «звездный», «излучательный», «внеатмосферный» в списках слов следует заменить на «Солнце», «звезда», «излучение», «атмосфера». Имена всех ученых заменяют словом «ученый», названия планет (Меркурий, Марс, Сатурн) – словом «планета», названия звезд (Сириус, Бетельгейзе) – словом «звезда».

Кроме того, в компьютерных программах, применяемых для вычисления мер близости, организуют два массива  $w1[i]$  и  $w2[i]$ , содержащие пары терминов, между которыми имеется парадигматическая связь. Например: светимость – энергия, блеск – освещенность, Солнце – звезда, галактика – звезда, скорость – движение, Луна – спутник, спектр – свет и т.д. (всего  $M = 14$  пар). Если в файле a1.txt понятие  $w1[i]$  имеет частоту  $a_i'$ , а в файле a2.txt логически связанное с ним понятие  $w2[i]$  встречается с частотой  $b_i'$ , то программа находит произведение  $0,75a_i'b_i'$ , которое прибавляют к числителю и знаменателю дроби в формуле для косинусоидальной меры близости  $C(A, B)$ . Получается так:

$$C(A, B) = \frac{a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_Nb_N + 0,75(a_1'b_1' + a_2'b_2' + \dots + a_M'b_M')}{\sqrt{a_1^2 + \dots + a_N^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + \dots + b_N^2} + 0,75(a_1'b_1' + a_2'b_2' + \dots + a_M'b_M')}$$

Здесь  $M$  – число пар терминов, имеющих парадигматическую связь,  $a_i'b_i'$  – произведение частот  $i$ -ой пары. Уточненная мера Дайса [1; 4] находится из аналогичных соображений:

$$D(A, B) = \frac{2N(A \cap B) + 0,75N'}{N(A) + N(B) + 0,75N'}$$

где  $N(A \cap B)$  – число терминов, одновременно входящих в списки  $A$  и  $B$ ,  $N(A)$  и  $N(B)$  – количество уникальных терминов в списках  $A$  и  $B$ ,  $N'$  – число пар парадигматически связанных понятий, одновременно входящих в  $A$  и  $B$ .

Из-за большого объема учебника учет всех слов и предложений – непростая задача, которая осложнена наличием большого числа слов-универсалий (рассмотрим, значит, если и т.д.), не от-

носящихся к астрономии. Поэтому на этапе формализации текстов необходимо правильно выбрать ключевые слова. Применяемый метод определения силы внутривидовых связей между разделами учебника астрономии состоит в следующем.

1. Чтобы получить списки ключевых слов для каждого из разделов, создают файлы astro1.txt, astro2.txt, astro3.txt и т.д., содержащие название раздела, название параграфов, названия подпараграфов, текст из рубрики «Главные выводы» и контрольные вопросы после параграфов. Именно в этих частях текста велика концентрация ключевых слов [5; 17].

2. В созданные файлы добавляют все формулы, содержащиеся в соответствующих раз-

делах, закодированные вербальным кодом [11]. Например, формула  $GMm/r^2 = ma_{ц}$  кодируется так: «гравитационная постоянная умножить на массу Земли умножить на массу спутника делить на радиус орбиты в квадрате равно масса спутника умножить на центростремительное ускорение».

3. Каждый файл astro1.txt, astro2.txt, astro3.txt и т.д. обрабатывают он-лайн с помощью ресурса advego.com, который различные словоформы приводит к начальной форме и подсчитывает количество словоупотреблений. Получаемые списки слов с указанием числа их употребления помещают в файлы a1.txt, a2.txt, a3.txt ... Понятия, используемые 1 раз, исключают из рассмотрения.

4. Из этих файлов вручную удаляют слова-универсалии и остальные слова, не являющиеся научными терминами (значит, поэтому, получаем и т.д.). С помощью Word список упорядочивают, располагая слова по алфавиту. Понятия, относящиеся к одному концепту (и поэтому связанные парадигматическими связями), объединяют, суммируя частоты их использования. Так поступают со словами «астроном», «астрономия», «астрофизика», «астрономический» и т.д., содержащими один семантический множитель «астро-»; со словами «звезда», «звездный» и т.д.

5. С помощью специально созданных программ Mera\_cos.pas и Mera\_Daisa.pas рассчитывают косинусоидальную меру близости и меру Дайса для каждой пары сравниваемых текстов (разделов астрономии).

## Результаты исследования

Для анализа был выбран учебник «Астрономия» (авторы И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев) [6], электронную версию которого можно найти в Интернете. Учебник состоит **из восьми разделов**:

- 1) Введение. Предмет астрономии;
- 2) Основы практической астрономии;
- 3) Движение небесных тел;
- 4) Сравнительная планетология;
- 5) Методы исследования небесных тел;
- 6) Солнце – дневная звезда;
- 7) Звезды;
- 8) Строение и эволюция Вселенной.

В результате анализа школьного учебника [6] выявлены следующие основные концепты курса астрономии:

1) ЗВЕЗДА (1038): звезда, звездный, квазизвездный, межзвездный, протозвезда, созвездие;

- 2) СОЛНЦЕ (740): Солнце, солнцестояние, солнечный;
- 3) ЗЕМЛЯ (531): внеземной, землетрясение, Земля, земной, наземный;
- 4) ПЛАНЕТА (392): межпланетный, планета, планетезималь, планетный, планетология;
- 5) ГАЛАКТИКА (286): галактика, галактический, межгалактический;
- 6) НЕБО (284): небесный, небо, небосвод;
- 7) СВЕТ (255): несветящийся, освещать, свет, светило, светимость, светить, световой (год), свечение;
- 8) ТЕЛО (248);
- 9) ЛУЧ (240): излучать, излучение, луч, лучевая (скорость), лучистый, облучатель;
- 10) МАССА (238);
- 11) СИСТЕМА (233);
- 12) ЛУНА (207): Луна, лунный, полнолуние;
- 13) РАВНО (191): неравномерность, неравномерный, равнина, равно, равновесие, равенство, равномерный, сравнение, сравнивать, уравнение;
- 14) СКОРОСТЬ (188);
- 15) СПЕКТР (181): спектр, спектральный, спектрограмма, спектрограф, спектроскоп;
- 16) АСТРО (179): астроблема, астрограф, астрометрический, астронавт, астроном, астрономический, астрономия, астрофизик, астрофизика, радиоастрономический, радиоастрономия;
- 17) КИЛОМЕТР (168);
- 18) НАБЛЮДЕНИЕ (163): наблюдатель, наблюдательный, наблюдать, наблюдение;
- 19) КОСМОС (156): космический, космогония, космология, космонавтика, космос;
- 20) ОРБИТА (146);
- 21) ПОВЕРХНОСТЬ (141);
- 22) ТЕЛЕСКОП (125): радиотелескоп, телескоп;
- 23) АТМОСФЕРА (124): атмосфера, атмосферный, внеатмосферный;
- 24) ТЕМПЕРАТУРА (124);
- 25) РАДИУС (112);
- 26) СПУТНИК (107);
- 27) ГАЗ (100): газ, газовый, газообразный, газопылевой;
- 28) ЯДРО (99): ядро, ядрышко;
- 29) ВОЛНА (98): волна, коротковолновый;
- 30) ВСЕЛЕННАЯ (98);
- 31) ДВИЖЕНИЕ (98);
- 32) РАЗМЕР (98);
- 33) ПЕРИОД (95): период, периодический;
- 34) ТОЧКА (94);
- 35) УГОЛ (90): треугольник, угловой, угол;
- 36) СУТКИ (89);
- 37) МАРС (81);

38) ГОРИЗОНТ (79): горизонт, горизонтальный;

39) МЕТЕОР (77): метеор, метеорный;

40) ОБЪЕКТ (76);

41) ЭНЕРГИЯ (70);

42) РАДИО (62): радио, радиоастрономия, радиоволна, радиоизлучение, радиоинтерферометр, радиоисточник, радиолокационный, радиосигнал, радиотелескоп.

В список наряду с чисто астрономическими концептами (звезда, Солнце, галактика) вошли общенаучные и математические концепты: угол, объект, равно и т.д. Многие из перечисленных концептов являются семантическими множителями, с помощью которых образуются новые сложные понятия.

Таблица 1

Меры близости  $C$  и  $D$  между разделами

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,14	0,07	0,10	0,24	0,03	0,04	0,06
2	0,14	1	0,36	0,13	0,29	0,39	0,51	0,38
3	0,15	0,36	1	0,46	0,43	0,36	0,42	0,46
4	0,20	0,15	0,24	1	0,11	0,22	0,07	0,17
5	0,20	0,23	0,29	0,20	1	0,23	0,31	0,37
6	0,16	0,17	0,22	0,25	0,37	1	0,47	0,25
7	0,17	0,29	0,39	0,29	0,43	0,29	1	0,54
8	0,10	0,22	0,27	0,20	0,21	0,18	0,31	1

Вычисленные значения уточненных мер близости между различными разделами учебника астрономии (они пронумерованы: 1, 2, ..., 8) представлены в табл. 1. Слева внизу – мера Дайса  $D(A, B)$ , справа вверху – косинусоидальная мера близости  $C(A, B)$ . Для вычисления комплексного показателя близости  $K$  и «расстояния»  $L$  между списками  $A$  и  $B$  используют формулы:

$$Sim(A, B) = K(A, B) \frac{C(A, B) + D(A, B)}{2},$$

$$L(A, B) = \frac{1}{K(A, B)} - 1.$$

Если списки ключевых слов совпадают ( $A = B$ ), то  $K(A, B) = 1$  и  $L(A, B) = 1$ ; при  $K(A, B) = 0,1$ ,  $L(A, B) = 9$ . В табл. 2 приведены вычисленные в Excel значения  $K(A, B)$  (слева внизу) и  $L(A, B)$  (справа, вверху). Видно, что наиболее сильными являются внутрипредметные связи между разделами:

1) 7 и 2, 3, 5, 6, 8;

2) 3 и 2, 4, 5, 7, 8.

Таблица 2

Комплексные меры близости  $K$  и «расстояния»  $L$ 

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		6,04	7,97	5,83	3,58	9,53	8,66	11,1
2	0,14		1,77	6,35	2,84	2,59	1,48	2,34
3	0,11	0,36		1,90	1,75	2,45	1,45	1,75
4	0,15	0,14	0,35		5,31	3,29	4,65	4,41
5	0,22	0,26	0,36	0,16		2,29	1,70	2,44
6	0,10	0,28	0,29	0,23	0,30		1,64	3,69
7	0,10	0,40	0,41	0,18	0,37	0,38		1,36
8	0,08	0,30	0,36	0,19	0,29	0,21	0,42	

На основе значений  $K(A, B)$  построен граф (рис. 1); на нем толстые ребра соответствуют сильным связям ( $K > 0,35$ ), тонкие ребра – средним по силе связям ( $0,25 < K \leq 0,35$ ), а прерывистые линии – слабым связям ( $0,15 < K \leq 0,25$ ).

Разделам курса астрономии соответствуют восемь точек в многомерном пространстве, разделенных расстояниями  $L(A, B)$ .

С помощью специальной программы был построен плоский граф (рис. 2), длины ребер которого приблизительно равны найденным значениям  $L(A, B)$ . При этом считалось, что вершины графа соединены упругими стержнями.

Программа случайно передвигала вершины на небольшие расстояния и находила такое их расположение, при котором потенциальная энергия стержней минимальна. При этом связи, имеющие длину  $L > 5$  и изображенные кривыми линиями, моделируются упругими легко растяжимыми нитями, длина которых не может быть меньше 5.

Видно, что от большинства разделов максимально далеко отстоит раздел 1 и в меньшей степени – раздел 4. Разделы 3, 5 и 7 очень близки друг к другу в содержательном плане и составляют ядро курса.

Чтобы определить степень интегрированности различных разделов в курс астрономии, найдем их средние коэффициенты связи с семью другими разделами. Для этого сложим все коэффициенты связи  $K_{i,r}$  с другими разделами (табл. 1), а затем разделим на 7. Например, для раздела 3:

$$K_{3,cp} = (0,112 + 0,361 + 0,345 + 0,364 + 0,290 + 0,408 + 0,364)/7 = 0,32.$$

Для  $r = 1, 2, \dots, 8$  ( $r$  – номер раздела)  $K_{3,cp}$  соответственно равны 0,13, 0,27, 0,32, 0,20, 0,28, 0,26, 0,32, 0,27.

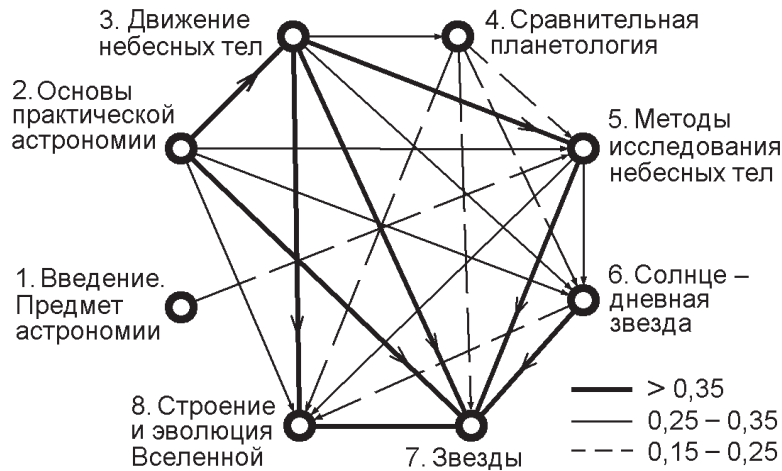


Рис. 1. Связи между разделами учебника астрономии [6]

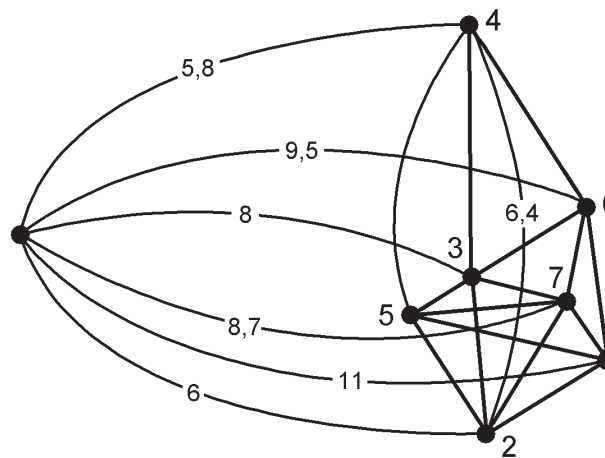


Рис. 2. Связи между разделами с учетом «расстояний»

С другими разделами наиболее сильно связаны разделы: 3 (Движение небесных тел – 0,32) и 7 (Звезды – 0,32).

Менее сильно в курс астрономии интегрированы разделы: 2 (Основы практической астрономии – 0,27), 5 (Методы исследования небесных тел – 0,28), 6 (Солнце – дневная звезда – 0,26), 8 (Строение и эволюция Вселенной – 0,27).

Слабо интегрирован раздел 4 (Сравнительная планетология – 0,20). Очень слабо – раздел 1 (Введение. Предмет астрономии – 0,13).

## Заключение

Проблема выявления ключевых слов и установления силы внутрисубъектных связей в курсе астрономии имеет большое практическое значение: их учет и актуализация во время обучения способствует углублению астрономических зна-

ний учащихся и повышению системности мышления. В результате проведенного контент-анализа учебника астрономии [6] выявлены наиболее часто используемые термины, что позволило выявить 42 ключевых концепта курса астрономии и расположить их в порядке убывания частоты использования. Для каждого раздела астрономии получен список ключевых понятий с указанием количества употреблений, вычислены косинусоидальная мера близости разделов и мера Дайса, оценены степени интегрированности. Построены два графа, учитывающие силу связи и «расстояние» между разделами учебника. Наибольшую степень интегрированности в курс астрономии имеют разделы: 3 и 7. Разделы 3 «Движение небесных тел», 5 «Методы исследования небесных тел» и 7 «Звезды» очень близки друг к другу и составляют ядро учебника.

## Список литературы

1. Андриевская Н.К. Гибридная интеллектуальная мера оценки семантической близости // Проблемы искусственного интеллекта. – 2021. – № 1. – С. 4–17.
2. Бородащенко А.Ю. Анализ текстов на семантическое сходство на основе аппарата теории графов // Известия ОрелГТУ. Серия: Информационные системы и технологии. – 2008. – № 1-2. – С. 46–52.
3. Ванюшкин А.С., Гращенко Л.А. Методы и алгоритмы извлечения ключевых слов // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2016. – № 19. – С. 85–93.
4. Великов П.Е. Меры семантической близости статей Википедии и их применение в обработке текстов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 1. – С. 23–37.
5. Воронина И.Е. и др. Функциональный подход к выделению ключевых слов: методика и реализация / И.Е. Воронина, А.А. Кретов, И.В. Попова, Л.В. Дудкина // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2009. – № 1. – С. 68–72.
6. Галузо И.В. Астрономия: учеб. для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И.В. Галузо, В.А. Голубев, А. Шимбалев. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015. – 224 с.
7. Гнитецкая Т.Н., Шутко Ю.Е. Внутрипредметные связи в обучении физике: монография / Т.Н. Гнитецкая. Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2023. – 208 с.
8. Ефимова Т.В. Анализ художественного текста с применением семантической сети // Вестник ВГУ. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2003. – № 1. – С. 57–67.
9. Искандеров Н.Ф. Виды внутрипредметных связей в школьном курсе физики // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 6. – С. 161–163.
10. Кузнецов Л.А., Кузнецова В.Ф. Технология автоматизированной оценки содержательной близости текстов // Программные продукты и системы. – 2013. – № 1. – С. 34–42.
11. Майер Р.В. Сложность учебных понятий и текстов: монография. – Глазов: ГИПУ, 2024. – 132 с.
12. Нугуманова А.Б. и др. Обогащение модели bag-of-words семантическими связями для повышения качества классификации текстов предметной области / А.Б. Нугуманова, И.А. Бессмертный, П. Пецина, Е.М. Байбурын // Программные продукты и системы. – 2016. – № 2 (114). – С. 89–99.
13. Попов К.А., Строчилов П.А. Концентрическая модель построения учебного курса, ориентированного на реализацию внутрипредметных связей // Известия ВГПУ. – 2014. – № 4. – С. 206–210.
14. Сулейманов А.Ш. Семантическая близость и семантические расстояния между текстами // Системні технології. – 2007. – № 10. – С. 132–136.
15. Турбина О.А., Савельева О.А. Принцип классификации текстовых связей // Вестник ЮУрГУ. – 2006. – № 6. – С. 53–59.
16. Шереметьева С.О., Осминин П.Г. Методы и модели автоматического извлечения ключевых слов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Лингвистика. – 2015. Т. 12. – № 1. – С. 76–81.
17. Barker K., Cornacchia N. Using Noun Phrase Heads to Extract Document Keyphrases // Advances in Artificial Intelligence. – 2000. Vol. 1822. – pp. 40–52.

## References

1. Andrievskaya N.K. Hybrid intellectual measure of semantic proximity assessment // Problems of artificial intelligence. 2021. No. 1. pp. 4–17.
2. Borodashchenko, A.Yu. Analysis of texts for semantic similarity on the basis of the apparatus of graph theory // Izvestiya OrelSTU. Series: Information Systems and Technologies. 2008. No. 1-2. pp. 46–52.
3. Vanyushkin A.S., Grashchenko L.A. Methods and algorithms of keyword extraction // New information technologies in automated systems. 2016. No. 19. pp. 85–93.
4. Velikhov P.E. Measures of semantic proximity of Wikipedia articles and their application in text processing // Information technologies and computational systems. 2009. No. 1. pp. 23–37.
5. Voronina I.E. et al. A functional approach to the allocation of keywords: methodology and implementation / I.E. Voronina, A.A. Kretov, I.V. Popova, L.V. Dudkina // Bulletin of the VSU. Series: System analysis and information technologies. 2009. No. 1. pp. 68–72.
6. Galuzo I.V. Astronomy: studies. for the 11th class of institutions. Wednesday. education from the Russian language of education / I.V. Galuzo, V.A. Golubev, A.A. Shimbalev. Minsk: Adukatsia i vykhavanna, 2015. 224 p.
7. Gnitetskaya T.N., Shutko Yu.E. Intrasubject connections in teaching physics: monograph / T.N. Gnitetskaya, Far Eastern Federal. Vladivo-stock University: Publishing House of the Far Eastern Federal. unita, 2023. 208 p.
8. Efimova T.V. Analysis of a literary text using a semantic network // Bulletin of the VSU. Series: Linguistics and Intercultural Communication. 2003. No. 1. pp. 57–67.
9. Iskanderov N.F. Types of intra-subject relationships in the school physics course // The world of science, culture, and education. 2012. No. 6. pp. 161–163.
10. Kuznetsov L.A., Kuznetsova V.F. Technology of automated assessment of the meaningful proximity of texts // Software products and systems. 2013. No. 1. pp. 34–42.
11. Mayer R.V. The complexity of educational concepts and texts: a monograph. Glazov: GIPU, 2024. 132 p.
12. Nugumanova A.B. et al. The use of the phrase “semantic and communication links for advanced training of specialists in the field of computer science” / A.B. Nugumanova, I.A. Quantitative, P. Pekhina, E.M. Bayburin // Software products and systems. 2016. № 2 (114). Pp. 89–99.
13. Popov K.A., Strochilov P.A. A concentric model for building a training course focused on the implementation of intra-subject relationships // Izvestiya VSPU. 2014. No. 4. pp. 206–210.
14. Suleymanov A.Sh. Semantic proximity and semantic distances between texts // Sistemni tehnologii. 2007. No. 10. pp. 132–136.
15. Turbina, O.A. Savelyeva, O.A. The principle of classification of textual links // Bulletin of SUSU. 2006. No. 6. pp. 53–59.
16. Sheremetyeva S.O., Osminin P.G. Methods and models of automatic keyword extraction // Bulletin of SUSU. Series: Linguistics. 2015. Vol. 12. No. 1. pp. 76–81.
17. Barker K., Cornacchia N. Using headings of nominal phrases to extract key phrases from documents // Achievements in the field of artificial intelligence. 2000. Volume 1822. pp. 40–52.