

УДК 004.9

## ДИХОТОМИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ И ДИХОТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИИ РАЗНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Благирев Михаил Михайлович<sup>1</sup>,

e-mail: blagirevm@list.ru,

<sup>1</sup>Институт информационных технологий МИРЭА – Российский технологический университет,  
г. Москва, Россия

*Рассматриваются свойства дихотомического деления и дихотомического анализа, проводятся их систематизация и обобщение применительно к исследованию разнородных объектов. Описываются логические правила, которые используются при дихотомическом делении, позволяющие проводить структурную оптимизацию. Приводится сравнительный дихотомический анализ, основанный на качественном делении и качественном сравнении. Дихотомический анализ рассматривается как метод, направленный на выявление новых знаний. Выделяется важное свойство дихотомического анализа – возможность деления объектов информационного поля вплоть до элементов или информационных единиц. Данное свойство в сочетании с логическими правилами, реализованными для эталонных дихотомий, присутствующих в научных теориях исследуемой проблематики, рассматривается как ядро аналитической базы знаний. Предлагается функциональная структура базы знаний на основе процедур информационного моделирования, логических правил для эталонных дихотомий, процедур сравнительного дихотомического анализа. Предложенная структура аналитической базы знаний представляет комплексный инструмент для исследования разнородных объектов.*

**Ключевые слова:** дихотомическое деление, дихотомический анализ, информационное поле, аналитическая база знаний, разнородные объекты

## DICHOTOMOUS DIVISION AND DICHOTOMOUS ANALYSIS IN THE STUDY OF HETEROGENEOUS OBJECTS

Blagirev M.M.<sup>1</sup>,

e-mail: blagirevm@list.ru,

<sup>1</sup>Institute of Information Technology MIREA – Russian Technologies University, Moscow, Russia

*The article describes the properties of dichotomous division and dichotomous analysis, their systematization and generalization are carried out in relation to the study of heterogeneous objects. The logical rules that are used in dichotomous division, allowing structural optimization, are described. The article describes a comparative dichotomous analysis based on qualitative division and qualitative comparison. Dichotomous analysis is considered as a method aimed at generating new knowledge. An important property of dichotomous analysis is highlighted – the possibility of dividing objects of the information field up to elements or information units. Such a property, combined with the logical rules implemented for the reference dichotomies occurring in the scientific theories of the studied problem, is considered as the core of the analytical knowledge base. A functional structure of the knowledge base is proposed based on information modeling procedures, logical rules for reference dichotomies, and comparative dichotomous analysis procedures. The proposed structure of the analytical knowledge base is a comprehensive tool for the study of heterogeneous objects.*

**Keywords:** dichotomous division, dichotomous analysis, information field, analytical knowledge base, heterogeneous objects

DOI 10.21777/2500-2112-2022-1-83-90

## Введение

Дихотомия подразумевает одновременно различие и общность разделяемых частей одной категории объектов. Различие выражается через явные признаки, а общность выявляется через косвенные (неявные) признаки разделяемых частей. Простое дихотомическое деление, основанием которого служит один признак, может выполняться с применением метода разделяющей гиперплоскости [1]. Дихотомическое деление часто применяется как структурный анализ [2] и как метод при построении структуры [3]. Дихотомический анализ используется для уточнения структуры, выявления системных признаков исследуемого объекта [4], а также для анализа сложности систем [5; 6].

При проведении различных видов мониторинга и геомониторинга [7] проводят количественный и качественный анализ. Количественный анализ является констатирующим, а качественный анализ – интерпретирующим. Результат количественного анализа интерпретируется при качественном анализе, например при дихотомическом. Этот анализ включает такие дихотомические показатели, как «допустимое изменение – не допустимое изменение», «существенное изменение – малосущественное изменение», «изменение приводит к существенным последствиям – изменение не приводит к существенным последствиям», которые представляют собой параметры анализа. Параметры деления являются бинарными, например «есть изменение – нет изменения».

Дихотомическое деление и дихотомический анализ являются востребованными методами. Представляются актуальными систематизация и обобщение их свойств с целью применения в исследованиях разнородных объектов.

### Дихотомическое деление

Следует различать дихотомическое и оппозиционное деление. Оппозиционное деление [8] есть частный случай дихотомического деления. Для оппозиционного деления ( $DO$ ) существует логическое выражение

$$DO(B) \rightarrow (B_1, B_2) = (A, \neg A). \quad (1)$$

Первая часть выражения (1) говорит о том, что объект ( $B$ ) в результате оппозиционного деления  $DO$  разбивается на две разные части ( $B_1, B_2$ ), а вторая часть – о том, что две разные части ( $B_1, B_2$ ) являются противоположностями ( $A, \neg A$ ) или оппозициями. Если величины ( $A, \neg A$ ) далее не делимы, то они есть оппозиционные переменные. Например, «истина» – «ложь» являются оппозиционными значениями. Оппозиционное деление разбивает объект на две части и устанавливает между ними отношение противоположности. Оппозиционное отношение связано с отношением эквивалентности через двойное отрицание, как показано в выражении (2):

$$\neg\neg B_1 \equiv B_1; \quad \neg\neg B_2 \equiv B_2. \quad (2)$$

Например, деление на переменные «враг ( $A$ ) – друг ( $B$ )» является оппозиционным. Двойное отрицание при такой оппозиции проявляется в предположении «враг моего врага – мой друг», т.е.

$$\exists \neg A \equiv B. \quad (3)$$

В реальной ситуации могут возникать отношения

$$\exists \neg A_1 \neq B, \quad (4)$$

$$\exists \neg A_2 \neq B, \quad (5)$$

$$\exists \neg A_3 = C = \neg B. \quad (6)$$

Выражения (3)–(4) означают, что существуют враги моего врага, которые являются моими друзьями. Это оппозиционное деление не является общеутвердительным. Выражение (5) означает, что существуют другие враги моего врага, которые не являются моими друзьями. Это не оппозиционное деление, а дихотомическое. Выражение (6) означает, что существуют враги моего врага, которые являются и моими врагами. Это также дихотомическое деление.

Дихотомическое деление допускает более широкий спектр ситуаций и отношений по сравнению с оппозиционным делением. Дихотомическое отношение является отношением различия. Оно может согласовываться с отношением комплементарности. Например, дихотомическое деление автоматизированной информационной системы на подсистемы (подсистема ввода данных, подсистема анализа, подсистема поддержки принятия решений) образует дихотомическую, комплементарную, не противоречивую совокупность.

Оппозиционных переменных всегда две, а дихотомических переменных ( $DP$ ) может быть больше ( $DP_1, DP_2, \dots, DP_N$ ) [9; 10]. Для них имеет место выражение

$$DP_1 \vee DP_2 \vee \dots \vee DP_N = 1. \quad (7)$$

Выражение (7) говорит о том, что совокупность дихотомических переменных создает целостную совокупность. Различие между дихотомическими переменными может выражаться с помощью знака «неравенства» ( $DP_1 DP_2$ ).

Для дихотомического деления используют дихотомические критерии [11], дихотомические данные [12]. Общей процедурой сравнительного анализа является сегментация, которая заключается в делении объекта на части (сегменты) на основе выбранного критерия деления и последующем сравнении сегментов [6; 13; 14]. Сегменты, обладающие определенными признаками, могут быть дополнительно сгруппированы в подклассы, которые представляют реальные объекты.

Результатом дихотомического деления объекта  $O_1$  являются объекты  $O_2$  и  $O_3$ , между которыми устанавливают дихотомическое отношение, которое можно представить в виде выражения

$$DD(O_1, kd) \rightarrow O_1(O_2, O_3, R_t), \quad (8)$$

где  $O_1$  – объект дихотомического деления;

$kd$  – критерий деления;

$O_2, O_3$  – результат деления;

$R_t$  – тринитарные отношения между  $O_1, O_2, O_3$ .

При дихотомическом делении между  $O_1, O_2, O_3$  устанавливаются тринитарные отношения. При этом делении имеют место следующие теоретико-множественные отношения между  $O_1, O_2, O_3$ , что отражено в (9):

$$O_3 \subset O_1 : O_2 \subset O_1; O_3 \cap O_2 = \emptyset. \quad (9)$$

Дихотомическое деление чаще всего бывает асимметрическим

$$O_2 \neq O_3(kc). \quad (10)$$

В выражении (10)  $kc$  обозначает критерий сравнения.

Более полная модель дихотомического деления может быть представлена выражением вида

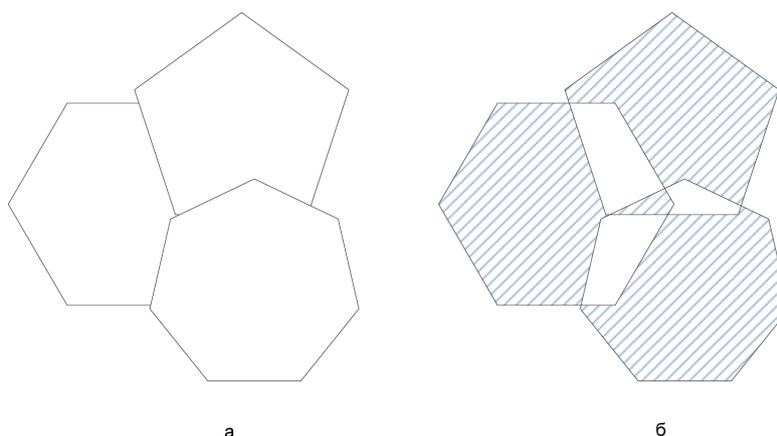
$$DD(O_1, kd) \rightarrow F(C_1, kd, O_2, O_3, R_e). \quad (11)$$

Выражение (11) означает, что дихотомическое деление  $DD$  объекта  $O_1$  по критерию деления  $kd$  приводит к образованию объектов дихотомического деления  $O_1, O_2$ , которые относятся к категории  $C_1$ . После деления между объектами деления устанавливаются бинарные отношения  $Re$ . Основу дихотомии составляет тринитарная модель, включающая три объекта и три отношения.

Дихотомическое деление может быть полным и частичным. Полное дихотомическое деление – это деление до неделимых элементов (в рамках решаемой задачи), которые могут быть представлены в виде информационных единиц [15] в информационном поле. Частичное дихотомическое деление – это деление объекта до частей, которые в принципе можно продолжать делить. Дихотомическое деление позволяет формировать структурную модель системы [2].

Дихотомическое деление при выборе разных критериев может приводить к противопоставлению или разграничению. Противопоставление может применяться к объектам, принадлежащим к антагонистическим категориям, например «частица – античастица», а разграничение – к объектам, принадлежащим к разным категориям, например «дом – не дом». При дихотомическом делении в явной или неявной форме должна быть задана общая категория, в рамках которой происходит деление.

Степень различия частей объекта при дихотомическом делении может быть разной, включая непересекающиеся понятия. Для существования дихотомии необходима связь между объектами дихотомического деления, например «явное знание» – «неявное знание», «полное знание» – «неполное знание». Дихотомическое деление может способствовать получению нового знания. Например, две точки зрения на один объект могут дать новое знание. Они могут быть близкими или далекими. Диаметрально противоположные точки зрения, как и полностью совпадающие, чаще всего не дают нового знания. В результате дихотомического деления всегда присутствует фактор, связывающий дихотомическую пару. Дихотомическое деление может быть системным и несистемным в зависимости от применения или неприменения системного подхода. На рисунке приведен пример дихотомического деления. Исходный объект О1 представляет собой стратифицированную фигуру, включающую пятиугольник, шестиугольник и семиугольник.



Структурное дихотомическое деление

Исходный объект изображен на рисунке с обозначением *a*. На нем показаны границы фигур, составляющих данный объект. На рисунке с обозначением *б* приведен пример полного дихотомического деления фигуры на части или однородные множества. Это деление перекликается с проблемой «четырех красок», которая существует в топологии. Теорема о четырех красках утверждает, что всякую расположенную на плоскости или сфере карту можно раскрасить не более чем четырьмя разными цветами (красками) так, чтобы любые две области с общим участком границы имели разный цвет. Эффективное решение подобных задач топологии имеет большое значение в геоинформатике [16], виртуальном моделировании [17], системах дополненной реальности [18, 19], системах смешанной реальности [20].

### Дихотомический анализ

Дихотомический анализ основан на дихотомическом делении и последующем анализе результатов деления. Он может быть рассмотрен как разновидность сравнительного анализа (дихотомический сравнительный анализ) либо как разновидность качественного анализа (дихотомический качественный анализ). Можно констатировать, что дихотомический анализ объединяет качественный и сравнительный анализ и содержит элементы и того, и другого. В зависимости от поставленной задачи дихотомический анализ может рассматриваться как сравнительный анализ, либо как качественный анализ, либо как их комбинация.

Сравнительный анализ и импакт-анализ [21] являются важными инструментами исследования при обработке первичных данных. Изначально исследователь находится в состоянии информационной неопределенности [22]. Сущность дихотомического анализа состоит в нахождении сходства между известными состояниями параметров или констатации нового состояния, не известного ранее. Дихотомический сравнительный анализ использует метод качественного деления информационной

совокупности [23], информационного множества или типологического ряда – объективно существующей типологической общности признаков свойств исследуемого объекта. Сравнительный анализ может проводиться по параметрам (как при оперативном мониторинге) или по состояниям (как в управлении). Сравнительный анализ в общем случае включает сравнение текущих параметров и состояния объекта с прежним состоянием или сравнение с состояниями и параметрами других объектов [14]. Суть такого анализа состоит в сопоставлении фактов обработки информации и выявлении сходства или различия.

Дихотомический сравнительный анализ может быть статическим и динамическим. Статический дихотомический анализ основан на сравнении объекта исследования или его структуры с эталонами, а динамический дихотомический анализ – на сравнении текущего состояния объекта исследования с его другими состояниями в прошлом. На основе выявленного сходства или различия делаются предположительный вывод о наличии динамики состояний и прогноз их развития, а на основе не выявленного различия – предположительный вывод об отсутствии динамики. Данные об одном из исследуемых объектов анализа могут быть использованы для анализа других объектов. Это означает, что дихотомический сравнительный анализ обладает свойством накопления информационных ресурсов [24]. В сравнительном дихотомическом анализе используются общенаучные методы: анализ, синтез, декомпозиция, структурное моделирование и др. Сравнительный дихотомический анализ выявляет прямые и косвенные взаимосвязи динамики состояния, а также общие тенденции его изменения.

Дихотомический сравнительный анализ использует метод качественного деления [23] информационного множества. Сравнительный анализ может выполняться по параметрам нижних уровней и абстрактным параметрам верхних уровней. Для сравнения по абстрактным параметрам используют метамоделирование [25; 26]. Сравнительный анализ состояний включает сравнение текущего состояния объекта с прежним состоянием объекта или сравнение текущего состояния объекта с целевым состоянием. На основе выявленного сходства делается предположительный вывод о наличии общности, а на основе выявленного различия – предположительный вывод об отсутствии связи между объектами сравнения. Данные о результатах сравнения одной совокупности объектов могут быть использованы как опыт для анализа другой совокупности объектов.

Важным свойством дихотомического анализа является возможность деления объектов информационного поля вплоть до элементов или информационных единиц. Исходя из опыта, следует отметить, что наиболее качественные выводы делаются на основании сравнительного анализа, в котором используются качественные признаки. В связи с этим его самостоятельное выполнение доступно специалисту предметной области.

### Концептуальная модель аналитической базы знаний

Одним из эффективных подходов к реализации сравнительного дихотомического анализа, наряду с применением формальных и неформальных методов, является применение базы знаний.

При дихотомическом анализе важную роль играют информационные единицы разной природы. Свойство деления объектов информационного поля до информационных единиц в сочетании с логическими правилами, реализованными для эталонных дихотомий, можно рассматривать как функциональное ядро аналитической базы знаний.

Как правило, для определенного класса объектов используются те дихотомии, которые уже присутствуют в научных теориях, посвященных исследуемой проблематике. Эти дихотомии в аналитической базе знаний можно использовать в качестве эталонных. Предлагается функциональная структура аналитической базы знаний на основе процедур информационного моделирования, логических правил для эталонных дихотомий, процедур сравнительного дихотомического анализа. Предложенная структура аналитической базы знаний представляет комплексный инструмент для исследования разнородных объектов. Применение аналитической базы знаний позволяет сравнить полученные выводы в результате проведенного анализа с логическими выводами, которые постулируются положениями и правилами в рамках теорий используемых дихотомий.

### Заключение

Дихотомическое деление является эффективным средством построения структур и структурного анализа, основой качественного анализа и сравнительного анализа. Сравнительный дихотомический анализ выявляет новые связи или отсутствие связей, а также может привести к получению нового знания и критическому пересмотру методов исследования объекта и его сопровождения. Он создает возможность группировки по сходным признакам и разделению по разным признакам, позволяет выявлять специфику групп объектов или дифференциацию их по группам. Сравнительный дихотомический анализ является неотъемлемой частью любого исследования, и с его помощью можно пополнить доказательную базу в виде базы знаний. Дихотомический анализ дополняет рецепцию информации, позволяет извлекать неявные знания. Важным свойством дихотомического анализа является возможность деления объектов информационного поля вплоть до элементов или информационных единиц. Это свойство в сочетании с логическими правилами, реализованными для эталонных дихотомий, присутствующих в научных теориях исследуемой проблематики, рассматривается как ядро аналитической базы знаний.

В исследовании предложена функциональная структура аналитической базы знаний на основе процедур информационного моделирования, логических правил для эталонных дихотомий, процедур сравнительного дихотомического анализа. Приведенная структура аналитической базы знаний представляет комплексный инструмент для исследования разнородных объектов.

### Список литературы

1. Аникина Г.А., Поляков М.Г., Романов Л.Н., Цветков В.Я. О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1980. – № 6. – С. 36–43.
2. Кудж С.А. Дихотомический структурный анализ // Славянский форум. – 2017. – № 2. – С. 7–11.
3. Павлов А.И. Дихотомическое построение структуры // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2018. – № 6. – С. 48–55.
4. Цветков В.Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 15–20.
5. Романов В.Н. Техника анализа сложных систем. – Санкт-Петербург: СЗТУ, 2011. – 287 с.
6. Цветков В.Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 15–20.
7. Маркелов В.М., Цветков В.Я. Геомониторинг // Славянский форум. – 2015. – № 2. – С. 177–184.
8. Кудж С.А. Оппозиционный сравнительный анализ // Славянский форум. – 2020. – № 1. – С. 38–47.
9. Ростовцев П.С., Костин В.С., Олех А.Л. Множественные сравнения в детерминационном и типологическом анализе // Анализ и моделирование экономических процессов переходного периода в России. – Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 1998. – Вып. 3. – С. 209–222.
10. Кудж С.А., Цветков В.Я. Сравнительный анализ. – Москва: МАКС Пресс, 2020. – 144 с.
11. Шевелев М.Ю., Шевелев Ю.П. Аппаратно-программная реализация дихотомического критерия в системах множественного выбора // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2003. – № 8. – С. 179–189.
12. Сатаров Г.А. Сравнение двух алгоритмов шкалирования дихотомических данных // Математические методы в социологическом исследовании. – Москва: Наука, 1981. – С. 90–98.
13. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous systemic analysis // Life Science Journal. – 2014. – No. 11. – P. 586–590.
14. Номоконова О.Ю. Дихотомический сравнительный анализ в медицинской диагностике // Славянский форум. – 2020. – № 1. – С. 59–66.
15. Цветков В.Я. Паралингвистические информационные единицы в образовании // Перспективы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 30–38.
16. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформатика как система наук // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 52–57.
17. Dshko I.P., Kryazhenkov K.G., Cheharin E.E. Virtual technologies // Modeling of Artificial Intelligence. – 2016. – No. 1. – P. 33–43.

18. *Xiong J.* Augmented reality and virtual reality displays: emerging technologies and future perspectives // *Light: Science & Applications*. – 2021. – Vol. 10. – No. 1. – P. 1–30.
19. *Blaga A.* Augmented reality integration into MES for connected workers // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. – 2021. – Vol. 68. – P. 102–157.
20. *Болбаков П.Г., Мордвинов В.А., Сеницын А.В.* Смешанная реальность как образовательный ресурс // *Образовательные ресурсы и технологии*. – 2020. – № 4. – С. 7–16.
21. *Номоконова О.Ю.* Импакт-анализ в диагностике. – Москва: МАКС Пресс, 2016. – 56 с.
22. *Елсуков П.Ю.* Информационная асимметрия и информационная неопределенность // *ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении*. – 2017. – № 4. – С. 69–76.
23. *Козлов А.В.* Делимость в информационном поле // *Славянский форум*. – 2018. – № 3. – С. 8–13.
24. *Цветков В.Я.* Информационные модели и информационные ресурсы // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2005. – № 3. – С. 85–91.
25. *Tsvetkov V.Ya., Shaitura S.V., Minitaeva A.M., Feoktistova V.M., Kozhaev Yu.P., Belyu L.P.* Metamodelling in the information field // *Amazonia Investiga*. – 2020. – Vol. 9, No. 25. – P. 395–402.
26. *Рогов И.Е.* Когнитивное мета моделирование // *Славянский форум*. – 2021. – No. 3. – С. 115–128.

### References

1. *Anikina G.A., Polyakov M.G., Romanov L.N., Cvetkov V.Ya.* О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей // *Izvestiya AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika*. – 1980. – № 6. – С. 36–43.
2. *Kudzh S.A.* Dihotomicheskij strukturnyj analiz // *Slavyanskij forum*. – 2017. – № 2. – С. 7–11.
3. *Pavlov A.I.* Dihotomicheskoe postroenie struktury // *ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. – 2018. – № 6. – С. 48–55.
4. *Cvetkov V.Ya.* Dihotomicheskij analiz slozhnosti sistemy // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 2. – С. 15–20.
5. *Romanov V.N.* Tekhnika analiza slozhnyh sistem. – Sankt-Peterburg: SZTU, 2011. – 287 s.
6. *Cvetkov V.Ya.* Dihotomicheskij analiz slozhnosti sistemy // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 2. – С. 15–20.
7. *Markelov V.M., Cvetkov V.Ya.* Geomonitoring // *Slavyanskij forum*. – 2015. – № 2. – С. 177–184.
8. *Kudzh S.A.* Oppozicionnyj sravnitel'nyj analiz // *Slavyanskij forum*. – 2020. – № 1. – С. 38–47.
9. *Rostovcev P.S., Kostin V.S., Olekh A.L.* Mnozhestvennye sravneniya v determinacionnom i tipologicheskom analize // *Analiz i modelirovanie ekonomicheskikh processov perekhodnogo perioda v Rossii*. – Novosibirsk: IEiOPP SO RAN, 1998. – Vyp. 3. – С. 209–222.
10. *Kudzh S.A., Cvetkov V.Ya.* Sravnitel'nyj analiz. – Moskva: MAKS Press, 2020. – 144 s.
11. *Shevelev M.Yu., Shevelev Yu.P.* Apparatno-programmnaya realizaciya dihotomicheskogo kriteriya v sistemah mnozhestvennogo vybora // *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki*. – 2003. – № 8. – С. 179–189.
12. *Satarov G.A.* Sravnenie dvuh algoritmov shkalirovaniya dihotomicheskikh dannyh // *Matematicheskie metody v sociologicheskom issledovanii*. – Moskva: Nauka, 1981. – С. 90–98.
13. *Tsvetkov V.Ya.* Dichotomous systemic analysis // *Life Science Journal*. – 2014. – No. 11. – P. 586–590.
14. *Nomokonova O.Yu.* Dihotomicheskij sravnitel'nyj analiz v medicinskoj diagnostike // *Slavyanskij forum*. – 2020. – № 1. – С. 59–66.
15. *Cvetkov V.Ya.* Paralingvisticheskie informacionnye edinicy v obrazovanii // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2013. – № 4. – С. 30–38.
16. *Savinyh V.P., Cvetkov V.Ya.* Geoinformatika kak sistema nauk // *Geodeziya i kartografiya*. – 2013. – № 4. – С. 52–57.
17. *Deshko I.P., Kryazhenkov K.G., Cheharin E.E.* Virtual technologies // *Modeling of Artificial Intelligence*. – 2016. – No. 1. – P. 33–43.
18. *Xiong J.* Augmented reality and virtual reality displays: emerging technologies and future perspectives // *Light: Science & Applications*. – 2021. – Vol. 10. – No. 1. – P. 1–30.
19. *Blaga A.* Augmented reality integration into MES for connected workers // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. – 2021. – Vol. 68. – P. 102–157.

20. *Bolbakov R.G., Mordvinov V.A., Sinicyn A.V.* Smeshannaya real'nost' kak obrazovatel'nyj resurs // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii.* – 2020. – № 4. – S. 7–16.
21. *Nomokonova O.Yu.* Impakt-analiz v diagnostike. – Moskva: MAKS Press, 2016. – 56 s.
22. *Elsukov P.Yu.* Informacionnaya asimmetriya i informacionnaya neopredelennost' // *ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii.* – 2017. – № 4. – S. 69–76.
23. *Kozlov A.V.* Delimost' v informacionnom pole // *Slavyanskij forum.* – 2018. – № 3. – S. 8–13.
24. *Cvetkov V.Ya.* Informacionnye modeli i informacionnye resursy // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos»emka.* – 2005. – № 3. – S. 85–91.
25. *Tsvetkov V.Ya., Shaitura S.V., Minitaeva A.M., Feoktistova V.M., Kozhaev Yu.P., Belyu L.P.* Metamodeling in the information field // *Amazonia Investiga.* – 2020. – Vol. 9, No. 25. – P. 395–402.
26. *Rogov I.E.* Kognitivnoe metamodelirovanie // *Slavyanskij forum.* – 2021. – No. 3. – S. 115–128.