

УДК 004.8	UDC 004.8
5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике	5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИЙ ТЕОРИИ ГРУПП И СМЕЖНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ ДАННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШКАЛ	USING THE CONCEPTS OF GROUP THEORY AND RELATED ALGEBRAIC STRUCTURES TO FORMALLY DESCRIBE DATA IN VARIOUS TYPES OF MEASUREMENT SCALES
Луценко Евгений Вениаминович	Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
д.э.н., к.т.н., профессор	Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor
Web of Science ResearcherID S-8667-2018	Web of Science ResearcherID S-8667-2018
Scopus Author ID: 57188763047	Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101	RSCI SPIN code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com , http://lc.kubagro.ru	prof.lutsenko@gmail.com , http://lc.kubagro.ru
https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko	https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko
<i>Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия</i>	<i>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia</i>
Сергеев Александр Эдуардович к.ф.-м.н, доцент РИНЦ SPIN-код: 7837-9566 <i>Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия</i>	Sergeev Alexander Eduardovich Cand.Phys.-Math.Sci., Associate Professor RSCI SPIN code: 7837-9566 <i>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia</i>
Головин Никита Сергеевич	Golovin Nikita Sergeevich
Студент	Student
РИНЦ SPIN-код: 4735-4214	RSCI SPIN code: 4735-4214
nikitagolovin416@gmail.com	nikitagolovin416@gmail.com
http://nickup.byethost22.com/	http://nickup.byethost22.com/
<i>Элитная частная экономическая школа, г.Нови-Сад, Сербия</i>	<i>Elite private economic school, Novi Sad, Serbia</i>
В статье рассмотрены возможности применения понятий теории групп и смежных алгебраических структур для описания и анализа данных, представленных в различных шкалах: номинальных, порядковых и числовых. Исследованы свойства шкал и их соответствие математическим структурам, включая группы, кольца и поля. Приведены методы преобразования шкал в формы, совместимые с алгебраическими операциями, а также предложены примеры практического применения. Разработанные математические модели основаны на теории групп, булевых алгебрах и решетках, что открывает перспективы в обработке данных для различных предметных областей.	The article discusses the possibilities of applying the concepts of group theory and related algebraic structures to describe and analyze data presented in various scales: nominal, ordinal and numerical. The properties of scales and their correspondence to mathematical structures, including groups, rings, and fields, are investigated. Methods for converting scales into forms compatible with algebraic operations are given, as well as examples of practical application. The developed mathematical models are based on group theory, Boolean algebras and lattices, which opens up prospects in data processing for various subject areas.
Ключевые слова: теория групп, алгебраические структуры, шкалы измерений, номинальные шкалы, порядковые шкалы, числовые шкалы, математические модели, булева алгебра, решетки, анализ данных	Keywords: group theory, algebraic structures, measurement scales, nominal scales, ordinal scales, numerical scales, mathematical models, Boolean algebra, lattices, data analysis
http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-205-16	

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	2
2. МЕТОДЫ.....	3
2.1. Типы шкал и их свойства.....	3
2.1.1. Номинальные шкалы	3
2.1.2. Порядковые шкалы	4
2.1.3. Числовые шкалы.....	4
2.2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРУПП.....	4
2.3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ	5
3. РЕЗУЛЬТАТЫ	6
3.1. Номинальные шкалы	6
3.2. Порядковые шкалы	6
3.3. Числовые шкалы.....	6
4. ОБСУЖДЕНИЕ.....	7
4.1. ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДХОДА	7
4.2. ОГРАНИЧЕНИЯ.....	7
4.3. ПРИЛОЖЕНИЯ	7
4.4. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОВ ШКАЛ ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ	7
4.4.1. Исходная обучающая выборка	7
4.4.2. Шкалы для кодирования	8
4.4.3. Закодированная обучающая выборка	9
4.4.4. Объяснение кодирования	9
4.5. ПРИМЕНЕНИЕ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ.....	10
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.....	10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	11

1. Введение

В статье исследуется возможность применения понятий теории групп для описания и анализа предметных областей, содержащих данные, представленные в виде номинальных, порядковых и числовых шкал. Рассмотрены основные свойства шкал различных типов и их соответствие математическим структурам, таким как группы, кольца и поля. Приводится обзор методов преобразования шкал в совместимые с алгебраическими операциями формы и обсуждаются практические приложения предложенного

подхода для анализа данных. В работе представлены математические модели, основанные на теории групп, булевых алгебрах и решетках, а также их применение для анализа данных.

Изучение данных в различных предметных областях часто основывается на использовании шкалирования для измерения характеристик объектов или явлений. Номинальные, порядковые и числовые шкалы являются базовыми инструментами, которые широко применяются в статистике, экономике и других научных дисциплинах. Однако их свойства существенно различаются, что ограничивает возможности применения единых математических подходов для их анализа.

Цель данной работы исследовать, как концепции теории групп и смежных алгебраических структур могут быть использованы для формального описания и анализа данных, представленных в различных типах шкал. Для достижения этой цели рассмотрены свойства шкал, их преобразования в алгебраические структуры и предложены примеры их применения. В работе также представлены математические модели, основанные на теории групп, булевых алгебрах и решетках, а также их применение для анализа данных.

2. Методы

2.1. Типы шкал и их свойства

2.1.1. Номинальные шкалы

Номинальные шкалы представляют собой категории без упорядоченности. Пример: классификация растений по видам. Такие данные можно интерпретировать как множества без операций. Формально, номинальная шкала может быть представлена как множество $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, где a_i категории, и для них не определены операции сложения или умножения.

2.1.2. Порядковые шкалы

В порядковых шкалах данные упорядочены, но расстояния между градациями не определены. Пример: оценка уровня удовлетворенности клиента (низкий, средний, высокий). Формально, порядковая шкала может быть описана как частично упорядоченное множество $(P, \leq)$, где $\leq$ отношение порядка.

2.1.3. Числовые шкалы

Числовые шкалы включают интервальные и шкалы отношений. Пример: температура (интервальная шкала) или вес (шкала отношений). Интервальная шкала может быть описана как множество V с операцией сложения $+$, где нулевая точка произвольна. Шкала отношений может быть описана как поле F с операциями сложения $+$ и умножения $\cdot$, где нулевая точка фиксирована.

2.2. Применение теории групп

Для исследования данных, представленных шкалами, использовались следующие подходы:

1. Номинальные шкалы:

Кодирование номинальных данных в бинарные переменные $B = \{0,1\}$ или True, False, позволяет применять булевы алгебры.

Например, операции логического ИЛИ и И могут быть записаны как:

$$x \vee y = \max(x, y), \quad x \wedge y = \min(x, y).$$

Также можно использовать операции булевой алгебры:

$$x \vee y = x + y - x \cdot y, \quad x \wedge y = x \cdot y.$$

2. Порядковые шкалы:

Построение решеток $L = (P, \wedge, \vee)$, где $\wedge$ и $\vee$ операции минимального и максимального значений. Например, для элементов $x, y \in P$:

$$x \wedge y = \min(x, y), \quad x \vee y = \max(x, y).$$

Решетки обеспечивают математическую основу для описания порядковых данных.

3. Числовые шкалы:

Для числовых шкал использовались структуры группы $(G, +)$, кольца $(R, +, \cdot)$ и поля $(F, +, \cdot)$, где выполняются аксиомы:

$$a + b = b + a, \quad (a + b) + c = a + (b + c), \quad a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c.$$

Для интервальных шкал используется кольцо с операцией сложения:

$$a + b = b + a, \quad a + 0 = a.$$

Для шкал отношений используется поле с операциями сложения и умножения:

$$a \cdot b = b \cdot a, \quad a \cdot 1 = a, \quad a \cdot a^{-1} = 1, \quad a \neq 0.$$

2.3. Математические модели

Для анализа были использованы следующие структуры:

- Группы: Множества с определенными операциями сложения или умножения, удовлетворяющими аксиомам замкнутости, ассоциативности, наличия нейтрального элемента и обратного элемента. Например, группа $(G, *)$ удовлетворяет следующим условиям:

$$\forall a, b, c \in G: \quad (a * b) * c = a * (b * c), \quad \exists e \in G: \quad a * e = e * a = a,$$

$$\forall a \in G \quad \exists a^{-1} \in G: \quad a * a^{-1} = a^{-1} * a = e.$$

- Кольца и поля:

Расширенные структуры с дополнительными свойствами, применимыми для числовых шкал.

Кольцо $(R, +, \cdot)$ удовлетворяет аксиомам:

$$\forall a, b, c \in R: \quad a + b = b + a, \quad (a + b) + c = a + (b + c),$$

$$a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c.$$

Поле $(F, +, \cdot)$ дополнительно удовлетворяет аксиомам:

$$\forall a, b \in F: \quad a \cdot b = b \cdot a, \quad \exists 1 \in F: \quad a \cdot 1 = a,$$

$$\forall a \neq 0 \quad \exists a^{-1} \in F: \quad a \cdot a^{-1} = 1.$$

3. Результаты

3.1. Номинальные шкалы

Анализ показал, что номинальные шкалы не могут быть непосредственно представлены как группы из-за отсутствия операций. Однако кодирование категорий с помощью бинарных переменных (0 и 1) позволяет интерпретировать их как элементы булевых алгебр. Например, операции логического ИЛИ и И могут быть использованы для объединения и пересечения категорий:

$$x \vee y = x + y - x \cdot y, \quad x \wedge y = x \cdot y.$$

3.2. Порядковые шкалы

Для порядковых шкал была успешно построена модель решетки, где элементы упорядочены, а операции минимального и максимального значения обеспечивают математическую основу. Например, упорядоченность уровней удовлетворенности клиента (низкий < средний < высокий) может быть интерпретирована в рамках частичного порядка:

$$\forall x, y \in P, \quad x \wedge y \leq x, \quad x \vee y \geq x.$$

3.3. Числовые шкалы

Интервальные и шкалы отношений могут быть описаны через кольца или поля. Интервальная шкала, такая как температура, допускает операции сложения, но не умножения (так как нулевая точка произвольна):

$$a + b = b + a, \quad a + 0 = a.$$

Шкала отношений, например масса, позволяет использовать все операции, что делает её совместимой с алгебраическими структурами полей:

$$a \cdot b = b \cdot a, \quad a \cdot 1 = a, \quad a \cdot a^{-1} = 1, \quad a \neq 0.$$

4. Обсуждение

4.1. Преимущества подхода

1. Формализация обработки данных, представленных шкалами разных типов.

2. Создание единого математического подхода для анализа данных.

3. Расширение применимости алгебраических структур.

4.2. Ограничения

1. Для номинальных и порядковых шкал требуются преобразования.

2. Модели зависят от корректности интерпретации шкал.

4.3. Приложения

1. Разработка алгоритмов машинного обучения для интеллектуального и статистического анализа данных в любых предметных областях.

2. Социологические и экономические исследования.

4.4. Примеры применения типов шкал для кодирования обучающей выборки

В этом разделе приведены примеры кодирования обучающей выборки с использованием номинальных, порядковых и числовых шкал. Мы рассмотрим исходную обучающую выборку, определим шкалы для кодирования и покажем, как данные могут быть преобразованы в закодированную форму.

4.4.1. Исходная обучающая выборка

Рассмотрим пример обучающей выборки, содержащей данные о клиентах интернет-магазина. Каждое наблюдение включает следующие характеристики:

1. Пол (номинальная шкала): Мужской, Женский.
2. Уровень удовлетворенности (порядковая шкала): Низкий, Средний, Высокий.

3. Возраст (числовая шкала отношений): Возраст в годах.

4. Сумма покупки (числовая шкала отношений): Сумма в рублях.

Наблюдение	Пол	Уровень удовлетворенности	Возраст (лет)	Сумма покупки (руб.)
1	Мужской	Низкий	25	1500
2	Женский	Средний	34	2300
3	Женский	Высокий	29	5000
4	Мужской	Средний	42	3400
5	Женский	Низкий	31	1200
6	Мужской	Высокий	27	4500
7	Женский	Средний	38	2800
8	Мужской	Низкий	22	1000
9	Женский	Высокий	45	6000
10	Мужской	Средний	30	2000

4.4.2. Шкалы для кодирования

Тип шкалы	Категория/Значение	Кодированное значение
Номинальная (Пол)	Мужской	0
Номинальная (Пол)	Женский	1
Порядковая (Удовлетворенность)	Низкий	1
Порядковая (Удовлетворенность)	Средний	2
Порядковая (Удовлетворенность)	Высокий	3
Числовая (Возраст)	Исходное значение	Без изменений
Числовая (Сумма покупки)	Исходное значение	Без изменений

4.4.3. Закодированная обучающая выборка

После применения шкал для кодирования, обучающая выборка принимает следующий вид:

Наблюдение	Пол (номинальная)	Уровень удовлетворенности (порядковая)	Возраст (числовая)	Сумма покупки (числовая)
1	0	1	25	1500
2	1	2	34	2300
3	1	3	29	5000
4	0	2	42	3400
5	1	1	31	1200
6	0	3	27	4500
7	1	2	38	2800
8	0	1	22	1000
9	1	3	45	6000
10	0	2	30	2000

4.4.4. Объяснение кодирования

1. Номинальная шкала (Пол)

- Категории "Мужской" и "Женский" заменены на бинарные значения 0 и 1 соответственно. Это позволяет использовать данные в математических моделях, где требуется числовое представление.

2. Порядковая шкала (Уровень удовлетворенности)

- Уровни удовлетворенности заменены на числовые значения, сохраняя порядок: Низкий → 1, Средний → 2, Высокий → 3. Это позволяет сохранить информацию о порядке, но не о расстоянии между уровнями.

3. Числовая шкала отношений (Возраст и Сумма покупки)

- Возраст и сумма покупки остаются в исходном числовом виде, так как это шкалы отношений, где допустимы все арифметические операции.

4. В принципе числовые значения могут быть заменены на интервальные, тогда для кодирования шкал отношений могут быть использованы порядковые шкалы. Тогда все шкалы будут текстового типа, т.к. номинальные и порядковые шкалы сводятся к текстовому типу.

4.5. Применение в машинном обучении

Закодированная выборка может быть использована для обучения моделей машинного обучения.

Например:

- Номинальная шкала (Пол): Может быть использована как категориальный признак в моделях, таких как логистическая регрессия или деревья решений.

- Порядковая шкала (Уровень удовлетворенности): Может быть использована как числовой признак, сохраняющий порядок, что полезно для ранжирования или классификации.

- Числовая шкала (Возраст и Сумма покупки): Может быть использована для регрессионного анализа или кластеризации.

5. Заключение и выводы

Использование концепций теории групп и смежных алгебраических структур позволяет расширить аналитические возможности при работе с данными за счет строго математического описания исходных данных и создаваемых на их основе статистических и интеллектуальных моделей. Предложенные методы преобразования шкал в алгебраические структуры открывают новые перспективы для анализа, особенно в областях, требующих строгой математической формализации [1-9].

Список литературы

1. Луценко Е.В., Головин Н.С. Методологические принципы научного познания и методика изложения научных результатов // <https://www.researchgate.net/publication/380696032>, – EDN: [JQDIE X](#)
2. Луценко, Е. В. 30 ноября 2022 года - день рождения ноосферы Земли как глобальной интеллектуальной системы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин // Общество и экономика знаний, управление капиталами: цифровая экономика знаний. KSEM-2024 : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–18 мая 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2024. – С. 222-232. – EDN EFDQ GK.
3. Луценко, Е. В. 30 ноября 2022 года - день рождения ноосферы Земли как глобальной интеллектуальной системы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 200. – С. 67-114. – DOI 10.21515/1990-4665-200-07. – EDN CHQXR U.
4. Тегай А.В. Предварительный автоматизированный программный интерфейс для подготовки исходных медицинских данных для автоматизированного системно-когнитивного анализа и прогнозирования результатов лечения / А.В. Тегай, Е.В. Луценко, Н.С. Головин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №10 (148) . — URL: <https://research-journal.org/archive/10-148-2024-october/10.60797/IRJ.2024.148.90> (дата обращения: 18.10.2024). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.148.90
5. Луценко, Е. В. Седьмая информационная революция как переход от искусственного интеллекта к искусственному сознанию и некоторые ее последствия для человека, экономики и общества (по материалам 2-й всемирной конференции по искусственному сознанию (ас2024)) / Е. В. Луценко, Н. С. Головин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 201. – С. 141-194. – DOI 10.21515/1990-4665-201-16. – EDN FNKVOZ, <http://ej.kubagro.ru/2024/07/pdf/16.pdf>
6. Луценко, Е. В. Революция начала XXI века в искусственном интеллекте: глубинные механизмы и перспективы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин. – 2-е издание, дополненное. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – 497 с. – EDN: CZUKFJ, DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. <https://www.researchgate.net/publication/378138050>
7. Tegai, A. V. Interface for preparing initial data for ASC-analysis and forecasting of cholelithiasis treatment outcomes / A. V. Tegai, E. V. Lutsenko, N. S. Golovin // , 26–27 сентября 2024 года, 2024. – Р. 69-76. – EDN CRTMSW.
8. Луценко Е.В., Головин Н.С. Автоматизированный системно-когнитивный анализ состояния информационной безопасности фирмы на примере компьютеров с MS Windows // November 2024, DOI: [10.13140/RG.2.2.35422.86088/1](https://www.researchgate.net/publication/385594739), License [CC BY 4.0](#), <https://www.researchgate.net/publication/385594739>
9. Базылев М.В., Головин Н.С., Капустин Д.А., Козловская М.М., Левкин Е.А., Линьков В.В., Луценко Е.В., Мазур О.Г., Макарова Е.И., Минаков В.Н., Орешкин М.В., Орешкина М.А., Соколова С.Н., Ткачук П.Ю., Томильчик Э.В., Ханчина А.Р., Черков В.А., Черкова М.Ю. **Вопросы VI технологического уклада: проблемы и решения: монография** / Под общ. ред. проф. М.В.Орешкина, доц. В.А.Черкова. - Луганск: ИП

Орехов Д.А., 2024. –407 с., EDN: CWPABC, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74919151>,
<https://www.researchgate.net/publication/385626791>

Spisok literatury`

1. Lucenko E.V., Golovin N.S. Metodologicheskie principy` nauchnogo poznaniya i metodika izlozheniya nauchny`x rezul`tatov // <https://www.researchgate.net/publication/380696032>, – EDN: JQDIEX
2. Lucenko, E. V. 30 noyabrya 2022 goda - den` rozhdeniya noosfery` Zemli kak global`noj intellektual`noj sistemy` / E. V. Lucenko, N. S. Golovin // Obshhestvo i e`konomika znaniy, upravlenie kapitalami: cifrovaya e`konomika znaniy. KSEM-2024 : Materialy` XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Krasnodar, 17–18 maya 2024 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvenny`j universitet, 2024. – S. 222-232. – EDN EFDQ GK.
3. Lucenko, E. V. 30 noyabrya 2022 goda - den` rozhdeniya noosfery` Zemli kak global`noj intellektual`noj sistemy` / E. V. Lucenko, N. S. Golovin // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 200. – S. 67-114. – DOI 10.21515/1990-4665-200-07. – EDN CHQXR U.
4. Tegaj A.V. Predvaritel`ny`j avtomatizirovanny`j programmny`j interfejs dlya podgotovki isxodny`x medicinskix danny`x dlya avtomatizirovannogo sistemno-kognitivnogo analiza i prognozirovaniya rezul`tatov lecheniya / A.V. Tegaj, E.V. Lucenko, N.S. Golovin // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. — 2024. — №10 (148) . — URL: <https://research-journal.org/archive/10-148-2024-october/10.60797/IRJ.2024.148.90> (data obrashheniya: 18.10.2024). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.148.90
5. Lucenko, E. V. Sed`maya informacionnaya revolyuciya kak perexod ot iskusstvennogo intellekta k iskusstvennomu soznaniyu i nekotory`e ee posledstviya dlya cheloveka, e`konomiki i obshhestva (po materialam 2-j vseмирnoj konferencii po iskusstvennomu soznaniyu (ac2024)) / E. V. Lucenko, N. S. Golovin // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 201. – S. 141-194. – DOI 10.21515/1990-4665-201-16. – EDN FNKVOZ, <http://ej.kubagro.ru/2024/07/pdf/16.pdf>
6. Lucenko, E. V. Revolyuciya nachala XXI veka v iskusstvennom intellekte: glubinnye mexanizmy` i perspektivy` / E. V. Lucenko, N. S. Golovin. – 2-e izdanie, dopolnennoe. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. I.T. Trubilina, 2024. – 497 s. – EDN: CZUKFJ, DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. <https://www.researchgate.net/publication/378138050>
7. Tegai, A. V. Interface for preparing initial data for ASC-analysis and forecasting of cholelithiasis treatment outcomes / A. V. Tegai, E. V. Lutsenko, N. S. Golovin // , 26–27 sentyabrya 2024 goda, 2024. – P. 69-76. – EDN CRTMSW.
8. Lucenko E.V., Golovin N.S. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz sostoyaniya informacionnoj bezopasnosti firmy` na primere komp`yutero v s MS Windows // November 2024, DOI: 10.13140/RG.2.2.35422.86088/1, License CC BY 4.0, <https://www.researchgate.net/publication/385594739>
9. Bazy`lev M.V., Golovin N.S., Kapustin D.A., Kozlovskaya M.M., Levkin E.A., Lin`kov V.V., Lucenko E.V., Mazur O.G., Makarova E.I., Minakov V.N., Oreshkin M.V., Oreshkina M.A., Sokolova S.N., Tkachuk P.Yu., Tomil`chik E`.V., Xanchina A.R., Cherkov V.A., Cherkova M.Yu. Voprosy` VI texnologicheskogo uklada: problemy` i resheniya: monografiya / Pod obshh. red. prof. M.V.Oreshkina, docz. V.A.Cherkova. - Lugansk: IP Orexov

D.A., 2024. –407 s., EDN: CWPABC, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74919151>,
<https://www.researchgate.net/publication/385626791>