



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 510.63

ПРИМЕНЕНИЕ ЧЕТЫРЕХЗНАЧНОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИСТИННОСТИ ПРАВИЛ В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА АНТИМИКРОБНОЙ ТЕРАПИИ

Зернов М.М., Младов В.В.

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический пр., 1), e-mail: zmmioml@yandex.ru

В статье предложен набор градаций истинности утверждений о выполнении правил в базе знаний для оценки состояния пациента и выдачи рекомендаций по выбору антимикробной терапии (АМТ) с учётом неопределённости, вызванной нехваткой данных. Разработаны способы реализации основных логических операций на предложенном наборе градаций истинности, позволяющие распространять оценки истинности на составные высказывания (с учётом возможности уточнения данных). При переходе к трёхзначной градации предложенные способы выполнения логических операций сводятся к трёхзначной логике Лукасевича.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, задача поддержки принятия решений, логика высказываний, задачи с наличием неопределённости, нехватка данных.

FOUR-VALUED APPROACH FOR THE RULES FEASIBILITY ANALYSIS IN PROBLEM OF ANTIMICROBIAL THERAPY PRESCRIBING

Zernov M.M., Mladov V.V.

Smolensk branch of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education "MPEI" (National Research University), Russia, (214013, Smolensk, Power prospectus, 1), e-mail: zmmioml@yandex.ru

The article proposes a set of truth gradations of propositions about rules feasibility in a knowledge base for patient's condition assessment and providing recommendations for antibiotics prescribing in a situation with uncertainty caused by a lack of some patient's information. Techniques of main logical operations implementation are developed. These techniques allow to expand truth assessments on compound propositions (with the possibility to refine the information). In the transition to three-valued gradation proposed techniques of logical operations implementation amount to three-valued Lucasiewicz logic.

Key words: decision support, decision support problem, proposition logic, problems with uncertainty, lack of data.

Антибиотики в течение долгих лет удерживают лидирующие позиции по частоте назначения среди классов лекарственных средств, используемых в практическом здравоохранении (до 30% всех назначений), оставаясь при этом одной из наиболее затратных (до 50%) статей бюджета лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) [13].

Широкое применение антибактериальных препаратов (АБП) в клинической практике обуславливает серьезную необходимость в изучении и оценке рисков, связанных с антибактериальной терапией.

Особого внимания заслуживает проблема медицинских ошибок, допускаемых при назначении АБП. Согласно определению в руководстве «Правила надлежащей практики фармаконадзора», разработанном Советом Евразийской экономической комиссии, ошибкой применения лекарственного препарата (medication error) является любая непреднамеренная ошибка работника системы здравоохранения, пациента или потребителя в назначении, отпуске, дозировке или введении/приеме лекарственного препарата [12].

При неверном использовании антимикробных препаратов существенно возрастает риск возникновения устойчивости микроорганизмов к воздействию АМП, что снижает эффективность терапии, способствует увеличению длительности госпитализации и приводит к возрастанию потребности в использовании менее безопасных и более затратных альтернативных препаратов. Как следствие, растёт и число летальных исходов [5-6].

Разработка системы поддержки принятия клинических решений при назначении антимикробной терапии и её внедрение в рутинную клиническую практику российских ЛПУ позволят снизить число медицинских ошибок и повысить эффективность принятия решений о назначении АМП.

1. Проблема ограниченности традиционных градаций истинности выполнения правила

Для систем поддержки принятия клинических решений (СППКР), обязательным условием для внедрения и использования которых является возможность получения обоснования предлагаемых ими решений, широко распространён подход на основе применения экспертных правил, формирующих логику принятия решения. Для обеспечения возможности его непосредственного использования имеющийся набор (база) правил должен быть соотнесён с данными о состоянии пациента, результатами бактериологического анализа, характеристиками антимикробных препаратов (АМП), актуальной информацией о чувствительности возбудителей инфекций к АМП и другими доступными данными медицинской информационной системы (МИС) лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ). При этом возникает ряд проблем, связанных с отсутствием достоверных сведений о наличии или отсутствии у пациента различных факторов риска, противопоказаний к применению лекарственного препарата или других особых ситуаций, а, зачастую, с невозможностью их уточнить. При возникновении такой ситуации традиционный набор оценок выполнения правила («истина», «ложь») оказывается недостаточным. Введение степеней выполнения правила из диапазона $[0, 1]$ не исправляет ситуацию, поскольку не позволяет обработать случай нехватки данных.

Заметим, что такой подход, как правило, приводит к сравнению степени выполнения с некоторым заранее заданным порогом срабатывания правила, и мы всё равно имеем дела с двумя смысловыми градациями истинности. Известны многозначные логики, оперирующие неопределёнными значениями и модальностями, связанными с возможностью и необходимостью

(например, трёхзначная логика Лукасевича, модальная логика Лукасевича, паранепротиворечивая логика, логика FL4 [4, 7-8, 11, 16-17, 19]). Тем не менее, они не рассматривают градации, идентичные по «истинности», но различные с точки зрения семантики возможности уточнения данных субъектом.

2. Оценка выполнения правила на основе четырёхступенчатой градации

Изложенный выше недостаток может быть преодолен за счёт введения следующих дополнительных степеней оценки истинности к двум исходным:

– «*Нет данных*». Означает отсутствие сведений, необходимых для проверки истинности утверждения, которые могут быть дополнительно получены путём уточнения информации у пользователя СППКР (например, врача), опроса дополнительных источников или путём запуска процедуры логического вывода. Так, результат оценки истинности утверждения «Детский возраст» – «*Нет данных*» означает отсутствие сведений о дате рождения пациента в МИС, которые могут быть получены путём задания дополнительного вопроса пользователю системы.

– «*Не определено*». Означает, что имеющиеся сведения об утверждении не позволяют судить о его истинности. Более того, подразумевает отсутствие возможности уточнить оценку утверждения системными средствами. Например, результат оценки истинности утверждения «Наличие наследственной склонности к заболеванию» – «*Не определено*» означает не отсутствие сведений о наличии наследственной склонности, а неопределённость по этому параметру, которая не может быть разрешена путём дополнительного вопроса пользователю (врач указал, что он не знает ответ на этот вопрос), логического вывода или опроса дополнительных источников информации.

Таким образом, расширенный список градаций истинности утверждений, задаваемых некоторым правилом, выглядит следующим образом: «*Истина*», «*Ложь*», «*Нет данных*», «*Не определено*».

Заметим, что после применения процедур уточнения информации при отсутствии данных из двух дополнительных ступеней останется только одна – «*Не определено*», которая соответствует одному из двух исходов: есть сведения неопределённого характера или процедуры уточнения информации не дали результата.

В определённой мере предложенные градации соответствуют семантике Дана-Белнапа [14-15], однако делается акцент не на противоречивости поступающих сведений, а на принципиальной неопределённости. Главное отличие состоит в том, что противоречие в сведениях можно разрешить хотя бы путём внешней модерации пользователем. Так же рассмотренные градации, как и таблицы логических операций на их основе (конъюнкция, дизъюнкция, исключающее ИЛИ), отличаются от двухкомпонентных интерпретаций [1-2, 21], в том числе логик FDL и ETL, NFL [1, 3, 18, 20].

3. Способы определения основных логических операций для четырёхзначной истинности утверждений

На практике высказывания в составе базы правил образуют иерархическую структуру. Атомарные утверждения (факты) входят в состав правил, где связываются посредством логических

связок. Правила более высокого уровня используют результаты оценки правил нижних уровней, так же свёрнутые посредством логических связок. В итоге, меняя набор градаций истинности правил, необходимо определить для него способы вычисления применяемых логических операций.

Для введённых градаций истинности предлагается набор способов определения логических операций конъюнкции, дизъюнкции, отрицания и исключающего ИЛИ.

Способ определения четырёхзначной конъюнкции двух операндов заключается в определении результата по матрице истинности, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица истинности для определения результата 4-значной конъюнкции: $X \wedge Y$

х	Y	Ложь	Нет данных	Не определено	Истина
Ложь		Ложь	Ложь	Ложь	Ложь
Нет данных		Ложь	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Не определено		Ложь	Нет данных	Не определено	Не определено
Истина		Ложь	Нет данных	Не определено	Истина

Легко показать, что в силу симметричности матрицы истинности относительно главной диагонали операция коммутативна и ассоциативна. Таким образом, можно рассмотреть многоместный вариант предложенной четырёхзначной конъюнкции, который описывается следующей вычислительной процедурой:

- 1) если среди аргументов встречается «Ложь», результат «Ложь», иначе переходим к шагу 2;
- 2) если среди аргументов встречается «Нет данных», результат «Нет данных», иначе переходим к шагу 3;
- 3) если среди аргументов встречается «Не определено», результат «Не определено», иначе результат «Истина».

Способ определения четырёхзначной дизъюнкции двух операндов заключается в определении результата по матрице истинности, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица истинности для определения результата 4-значной дизъюнкции: $X \vee Y$

х	Y	Ложь	Нет данных	Не определено	Истина
Ложь		Ложь	Нет данных	Не определено	Истина
Нет данных		Нет данных	Нет данных	Нет данных	Истина
Не определено		Не определено	Нет данных	Не определено	Истина
Истина		Истина	Истина	Истина	Истина

Симметричность матрицы относительно главной диагонали говорит о том, что операция дизъюнкции так же коммутативна и ассоциативна. Многоместный вариант предложенной четырёхзначной дизъюнкции, который описывается следующей вычислительной процедурой:

- 1) если среди аргументов встречается «Истина», результат «Истина», иначе переходим к шагу 2;

2) если среди аргументов встречается «Нет данных», результат «Нет данных», иначе переходим к шагу 3;

3) если среди аргументов встречается «Не определено», результат «Не определено», иначе результат «Ложь».

Способ определения четырехзначного отрицания заключается в определении результата по таблице истинности, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица истинности для определения результата четырехзначного отрицания: \bar{X} .

X	\bar{X}
Ложь	Истина
Нет данных	Нет данных
Не определено	Не определено
Истина	Ложь

Для определённых выше операций конъюнкции, дизъюнкции и отрицания выполняются законы де Моргана: $\overline{X \wedge Y} = \bar{X} \vee \bar{Y}$ (см. таблицу 4) и $\overline{X \vee Y} = \bar{X} \wedge \bar{Y}$ (см. таблицу 5).

Таблица 4 – Выполнение закона де Моргана $\overline{X \wedge Y} = \bar{X} \vee \bar{Y}$

X	Y	$X \wedge Y$	$\overline{X \wedge Y}$	\bar{X}	\bar{Y}	$\bar{X} \vee \bar{Y}$
Ложь	Ложь	Ложь	Истина	Истина	Истина	Истина
Ложь	Нет данных	Ложь	Истина	Истина	Нет данных	Истина
Ложь	Не определено	Ложь	Истина	Истина	Не определено	Истина
Ложь	Истина	Ложь	Истина	Истина	Ложь	Истина
Нет данных	Ложь	Ложь	Истина	Нет данных	Истина	Истина
Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Нет данных	Не определено	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Не определено	Нет данных
Нет данных	Истина	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Ложь	Нет данных
Не определено	Ложь	Ложь	Истина	Не определено	Истина	Истина
Не определено	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Не определено	Нет данных	Нет данных
Не определено	Не определено	Не определено	Не определено	Не определено	Не определено	Не определено
Не определено	Истина	Не определено	Не определено	Не определено	Ложь	Не определено
Истина	Ложь	Ложь	Истина	Ложь	Истина	Истина
Истина	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Ложь	Нет данных	Нет данных
Истина	Не определено	Не определено	Не определено	Ложь	Не определено	Не определено
Истина	Истина	Истина	Ложь	Ложь	Ложь	Ложь

Таблица 5 – Выполнение закона де Моргана $\overline{X \vee Y} = \bar{X} \wedge \bar{Y}$

X	Y	$X \vee Y$	$\overline{X \vee Y}$	\bar{X}	\bar{Y}	$\bar{X} \wedge \bar{Y}$
Ложь	Ложь	Ложь	Истина	Истина	Истина	Истина
Ложь	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Истина	Нет данных	Нет данных
Ложь	Не определено	Не определено	Не определено	Истина	Не определено	Не определено
Ложь	Истина	Истина	Ложь	Истина	Ложь	Ложь
Нет данных	Ложь	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Истина	Нет данных

Нет данных						
Нет данных	Не определено	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Не определено	Нет данных
Нет данных	Истина	Истина	Ложь	Нет данных	Ложь	Ложь
Не определено	Ложь	Не определено	Не определено	Не определено	Истина	Не определено
Не определено	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Не определено	Нет данных	Нет данных
Не определено						
Не определено	Истина	Истина	Ложь	Не определено	Ложь	Ложь
Истина	Ложь	Истина	Ложь	Ложь	Истина	Ложь
Истина	Нет данных	Истина	Ложь	Ложь	Нет данных	Ложь
Истина	Не определено	Истина	Ложь	Ложь	Не определено	Ложь
Истина	Истина	Истина	Ложь	Ложь	Ложь	Ложь

Рассмотрим теперь способ реализации операции «исключающее ИЛИ» для предложенной четырёхзначной градации истинности.

Способ определения четырёхзначного исключающего ИЛИ для двух операндов заключается в определении результата по матрице истинности, представленной в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица истинности для определения результата 4-значной конъюнкции: $X \oplus Y$.

x	Y	Ложь	Нет данных	Не определено	Истина
Ложь	Ложь	Ложь	Нет данных	Не определено	Истина
Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Не определено	Нет данных
Не определено					
Истина	Истина	Нет данных	Нет данных	Не определено	Ложь

Как и в бинарном случае, результат многоместной операции, построенной на композиции двуместных, зависит от числа операндов, имеющих значение «Истина»: чётное число даёт «Ложь» (при отсутствии «Не определено» и «Нет данных»), нечётное – «Истина». Тем не менее, часто (особенно при формировании схем процессов) в многоместную операцию закладывается иная семантика, подразумевающая, что любое количество истинных операндов, превышающее один, должно приводить к ложному результату.

Таким образом, многоместный вариант четырёхзначной операции «Исключающее ИЛИ» может быть описан следующей вычислительной процедурой:

- 1) Если среди аргументов встречается более одного со значением «Истина», результат «Ложь», иначе переходим к шагу 2;
- 2) Если среди аргументов встречается «Не определено», результат «Не определено», иначе переходим к шагу 3;
- 3) Если среди аргументов встречается «Нет данных», результат «Нет данных», иначе переходим к шагу 4;
- 4) Если среди аргументов ровно один со значением «Истина», результат «Истина», иначе результат «Ложь».

В отличие от определения четырехзначных конъюнкции и дизъюнкции, для операции «исключающее ИЛИ» изменён приоритет значения «Не определено» относительно значения «Нет данных», поскольку при неопределённом аргументе (и менее двух истинных аргументов) уточнение данных не приведёт ни к какому результату, кроме неопределённого.

Заключение

Предложенный набор градаций истинности утверждения о выполнении правил в базе знаний позволяет определить ситуации неопределённости, вызванной нехваткой данных с возможностью дальнейшего восполнения незнания или которую нет возможности устранить имеющимися средствами.

Рассмотренные способы реализации основных логических операций на предложенном наборе градаций истинности позволяют распространять оценки истинности с учётом возможности уточнения данных на составные высказывания.

Отметим, что в случае устранения градации «Нет данных» таблицы истинности логических операций конъюнкции, дизъюнкции и отрицания соответствуют трёхзначной логике Лукасевича [17].

Статья является развитием идей, предложенных в [9-10], и написана при поддержке Фонда содействия инновациям по программе «УМНИК».

Список литературы

1. Беликов А.А. Логика Данна-Белнапа, её «родственники» и формальное моделирование аргументации. / РАЦИО.ru, БФУ имени И. Канта, №18(1), 2017, с. 36-48.
2. Зайцев Д.В., Григорьев О.М. Две истины – одна логика. // Логические исследования. – М., Институт философии РАН, том 17, 2011.
3. Зайцев Д.В. Обобщенная релевантная логика и модели рассуждений. // Креативная экономика. М., 2010.
4. Карпенко А.С. Развитие многозначной логики. – М.: Изд. ЛКИ, 2010. – 444 с.
5. Кузьмина А.В., Асецкая И.Л. и др. Медицинские ошибки при применении антибактериальных препаратов группы цефалоспоринов. // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия (КМАХ), том 19, №1, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.antibiotic.ru/cmac/pdf/cmac.2017.t19.n1.p018.pdf>, (дата обращения: 10.12.2018 г.).
6. Кузьмина А.В., Поливанов В.А. и др. Медицинские ошибки при применении антибиотиков пенициллиновой группы. // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия (КМАХ), том 18, №2, 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.antibiotic.ru/cmac/pdf/cmac.2016.t18.n2.p093.pdf>, (дата обращения: 10.12.2018 г.).
7. Купарашвили М.Д. Неклассическая логика: учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2006. – 74 с.
8. Максимов Д.Ю. Логика Н.А. Васильева и многозначные логики// Логические исследования. – Институт философии РАН, 2016, т. 22, № 1.– С. 82–107
9. Младов В.В., Зернов М.М. и др. Логическая модель представления и обработки знаний на основе многосортной логики первого порядка в задаче поддержки принятия решений по первичному выбору антимикробной терапии. // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал, том 14, выпуск 2, 2015.

- [Электронный ресурс]. – URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-46-html/mladov/mladov.htm>, (дата обращения: 10.12.2018 г.).
10. Младов В.В., Зернов М.М. и др. Гибридная модель многокритериального выбора альтернатив в задаче поддержки принятия решений по первичному выбору антимикробной терапии. // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал, том 14, выпуск 2, 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-46-html/mladov-2/mladov-2.htm>, (дата обращения: 10.12.2018 г.).
 11. Павлов С.А. Логика с операторами истинности и ложности. - М.: Институт философии РАН, 2004. – 143 с.
 12. Правила надлежащей клинической практики Евразийского экономического союза (утверждены 3 ноября 2016 г.). [Электронный ресурс]. — URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01411948/cncd_21112016_87, (дата обращения: 10.12.2018).
 13. Рачина С.А., Захаренков И.А. и др. Одновременное исследование использования антимикробных препаратов в многопрофильных стационарах Российской Федерации. // Клиническая фармакология и терапия, №26 (2), 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://clinpharm-journal.ru/files/articles/odnomomentnoe-issledovanie-ispolzovaniya-antimikrobnih-preparatov-v-mnogoprofilnyh-statsionarah-rossijskoj-federatsii.pdf>, (дата обращения: 10.12.2018 г.).
 14. Belnap N. A Useful Four-Valued Logic. // *Modern Uses of Multiple-Valued Logic*. / Edited by J. M. Dunn and G. Epstein. Springer, 1977.
 15. Belnap N. How a Computer Should Think. // *Contemporary Aspects of Philosophy*. / Edited by G. Ryle. Oriol Press, 1977.
 16. da Costa N.C.A., Beziau J.-Y., Otavio A.S.B. Aspects of paraconsistent logic. // *Bulletin of IGPL*, 1995, v. 3
 17. Lucasiewicz J. On three-valued logic // *Lucasiewicz J. Selected works* / Ed. by L. Borkowski. Amsterdam: N.-H. Pub.Co., 1970.– pp. 87–88.
 18. Pietz A., Riviaccio U. Nothing but the Truth. // *Journal of Philosophical Logic*. Springer, vol. 42, issue 1, 2013, pp. 125-135.
 19. Restall G. Simplified semantics for relevant logics (and some of their rivals). // *Journal of Philosophical Logic*, 1993, v. 22.
 20. Shramko Y., Zaitsev D. and others. First-Degree Entailment and its Relatives. // *Studia Logica. An International Journal for Symbolic Logic*. Springer, vol. 105, issue 6, 2017, pp. 1291-1317.
 21. Zaitsev D., Shramko Y. Bi-facial truth: A case for generalized truth values. // *Studia Logica. An International Journal for Symbolic Logic*. Springer, vol. 101, issue 6, 2013, pp. 1299-1318.

References

1. Belikov A. Dunn-Belnap logic, its "Relatives" and Formal Argumentation Modelling. / *RATIO.ru*, Immanuel Kant Baltic Federal University, №18(1), 2017, pp. 36-48. (in Russian).
2. Zaitsev D.V., Grigoriev O.M. Two Truths – One logic. // *Logical researches*. – М., Institute of Philosophy Russian Academy of Sciences, vol. 17, 2011. (in Russian).
3. Zaitsev D.V. Generalized Relevant Logic and Reasoning Models. // *Creative economics*. М., 2010.
4. Karpenko A.S. The Development of Many-valued Logic. – М.: LKI, 2010. – 444 p. (in Russian).
5. Kuzmina A.V., Asetskaya I.L. and others. Medication errors associated with the use of cephalosporins. // *Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy (CMAC)*, vol. 19, №1, 2017. [Electronic resource]. – URL: <http://www.antibiotic.ru/cmac/pdf/cmac.2017.t19.n1.p018.pdf>, (access date: 10.12.2018). (in Russian).

6. Kuzmina A.V., Polivanov V.A and others. Medication Errors Associated with the Use of Penicillins. // *Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy (CMAС)*, vol. 18, №2, 2016. [Electronic resource]. – URL: <http://www.antibiotic.ru/cmac/pdf/cmac.2016.t18.n2.p093.pdf>, (access date: 10.12.2018). (in Russian).
 7. Kuparashvili M.D. Non-classical logic: training manual. – Omsk: OmGU, 2006. – 74 p. (in Russian).
 8. Maksimov D.Y. N.A. Vasiliev's Logic and Many-valued Logics // *Logical researches*. – 2016, vol. 22, № 1.– pp. 82–107. (in Russian).
 9. Mladov V.V., Zernov M.M and others. The hybrid multicriteria choice and ranking model in decision support problem of the primary prescribing of the antimicrobial therapy. // *Mathematical morphology. Electronic mathematical and medical-biological journal*, vol. 14, №2, 2015. [Electronic resource]. – URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-46-html/mladov/mladov.htm>, (access date: 10.12.2018). (in Russian).
 10. Mladov V.V., Zernov M.M and others. The logic model of the knowledge presentation and processing based on the many-sorted first-order logic in decision support problem of the primary prescribing of the antimicrobial therapy. // *Mathematical morphology. Electronic mathematical and medical-biological journal*, vol. 14, №2, 2015. [Electronic resource]. – URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-46-html/mladov-2/mladov-2.htm>, (access date: 10.12.2018). (in Russian).
 11. Pavlov S.A. Logic with truth and falsity operators. - M.: Institute of Philosophy Russian Academy of Sciences, 2004. – 143 p. (in Russian).
 12. Good Pharmacovigilance Practice (GVP) in Eurasian Economic Union (approved 3 November 2016). [Electronic resource]. — URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01411948/cncd_21112016_87, (access date: 10.12.2018). (in Russian).
 13. Rachina S.A., Zakharenkov I.A and others. Point prevalence survey of antimicrobial utilization in Russian multi-field hospitals. // *Clinical Pharmacology and Therapy*, №26 (2), 2017. [Electronic resource]. – URL: <http://clinpharm-journal.ru/files/articles/odnomomentnoe-issledovanie-ispolzovaniya-antimikrobnih-preparatov-v-mnogoprofilnyh-statsionarah-rossijskoj-federatsii.pdf>, (access date: 10.12.2018 г.). (in Russian).
 14. Belnap N. A Useful Four-Valued Logic. // *Modern Uses of Multiple-Valued Logic*. / Edited by J. M. Dunn and G. Epstein. Springer, 1977.
 15. Belnap N. How a Computer Should Think. // *Contemporary Aspects of Philosophy*. / Edited by G. Ryle. Oriel Press, 1977.
 16. da Costa N.C.A., Beziau J.-Y., Otavio A.S.B. Aspects of paraconsistent logic. // *Bulletin of IGPL*, 1995, v. 3.
 17. Lucasiewicz J. On three-valued logic // *Lucasiewicz J. Selected works* / Ed. by L. Borkowski. Amsterdam: N.-H. Pub.Co., 1970.– pp. 87–88.
 18. Pietz A., Riviuccio U. Nothing but the Truth. // *Journal of Philosophical Logic*. Springer, vol. 42, issue 1, 2013, pp. 125-135.
 19. Restall G. Simplified semantics for relevant logics (and some of their rivals). // *Journal of Philosophical Logic*, 1993, v. 22.
 20. Shramko Y., Zaitsev D. and others. First-Degree Entailment and its Relatives. // *Studia Logica. An International Journal for Symbolic Logic*. Springer, vol. 105, issue 6, 2017, pp. 1291-1317.
 1. Zaitsev D., Shramko Y. Bi-facial truth: A case for generalized truth values. // *Studia Logica. An International Journal for Symbolic Logic*. Springer, vol. 101, issue 6, 2013, pp. 1299-1318.
-