

УДК 1(091); 168.521
DOI: 10.18384/2310-7227-2023-2-108-119

АЛГЕБРА ЛОГИКИ КАК СРЕДСТВО ОБОСНОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТА: ВКЛАД РУССКОГО ИНЖЕНЕРА Н. М. ГЕРСЕВАНОВА

Прядко И. П.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Анализ логико-математических идей выдающегося российского гидроинженера, основателя отечественной школы механики грунтов Н. М. Герсеванова. В тот период, когда математическая логика в России делала первые шаги, известный инженер-механик уже широко применял её подходы при расчёте устойчивости насыпей с опорой на «ряж» – заполняемый бульжником и глиной деревянный сруб, служащий основанием для набережных. Для достижения цели исследования автор решает следующие задачи: показать, в каких условиях происходило обращение Н. М. Герсеванова к логическому инструментарию; определить, какие схемы алгебры логики применял российский гидроинженер для обоснования устойчивости гидрооборужений; выявить мотивы, побудившие Герсеванова применить математическую логику, и, в частности, силлогистику, в своих теоретических построениях.

Процедура и методы. Методом исследования автору послужили ретроспективный анализ источников по истории логики.

Результаты. В ходе исследования было установлено, что Герсеванов, активно внедрявший аппарат математической логики в ткань инженерных расчётов, опередил в этом вопросе современных ему отечественных логиков.

Теоретическая и/или практическая значимость. Исследование проливает свет на формирование отечественных школ неклассической и математической логики в XX в.

Ключевые слова: алгебра логики, деформация, Луи Кутюра, механика грунтов, Н. М. Герсеванов, ряжевая набережная

LOGIC ALGEBRA AS A JUSTIFICATION FOR AN ARCHITECTURAL DESIGN PROJECT: THE CONTRIBUTION OF THE RUSSIAN ENGINEER N. M. GERSEVANOV

I. Pryadko

*Moscow State University of Civil Engineering
Yaroslavskoye Shosse 26, Moscow 129337, Russian Federation*

Abstract

Aim. The purpose of this paper is to analyze the logical and mathematical ideas of N. M. Gersevanov, a prominent Russian hydraulic engineer and founder of the Russian school of soil mechanics. At the time when mathematical logic was taking its first steps in Russia, this famous mechanical engineer had already been widely applying its approaches in the stability analysis of embankments supported by “the cribwork”, a wooden structure filled with cobbles and clay that served as the base for embankments. To achieve the goal of the research, the author solves the following tasks: showing the conditions under which N. M. Gersevanov employed the tools of logic; identifying patterns of logic algebra applied by the

Russian hydraulic engineer to substantiate the stability of hydraulic structures; identify the motives that encouraged Gersevanov to apply mathematical logic and syllogistics in his theoretical research.

Methodology. The author's research methods included the retrospective analysis of sources on the history of logic.

Results. In the course of the study the author found out that Gersevanov, who had frequently applied the apparatus of mathematical logic to engineering calculations, was ahead of other domestic logicians in this matter.

Research implications. The study makes it clear how the domestic schools of non-classical and mathematical logic were formed in the middle of the 20th century.

Keywords: algebra of logic, deformation, Louis Couture, soil mechanics, N. M. Gersevanov, cribwork embankment

Введение

Актуальность рассматриваемой в исследовании темы обусловлена событиями, которые происходят в нашей стране и вокруг неё сегодня. Начавшаяся весной 2022 г. СВО и усиливающееся военное давление государств НАТО на Россию сопровождаются разрушением военной и гражданской инфраструктуры как в России, так и в соседней стране. Среди прочего в негодность приводятся гидро сооружения, возведённые в XIX–XX вв. Завершение военных действий и переход к мирной жизни неизбежно поставят вопрос о восстановлении повреждённых объектов. И в этом случае обращение к теоретическому и практическому опыту гидроинженеров, по проектам которых были возведены уникальные набережные и пирсы в черноморских и азовских портах, окажется жизненно необходимым. В таких условиях надлежит обратиться к теоретическим наработкам выдающегося гидростроителя XX в., инженера-теоретика Николая Михайловича Герсеванова, при участии которого в первой половине прошлого столетия были построены набережные в Николаеве, Одессе, Новороссийске, Кронштадте и Туапсе (см. рис. 1 а, б). Возведённые Герсевановым сооружения продолжают выполнять роль ключевого элемента городской инфраструктуры южных приморских городов [4; 7; 13]. Будучи основателем отечественной школы механики грунтов (ср. [6]), Николай Михайлович оставил богатейшее теоретическое наследие, анализ и углу-

блённое изучение которого необходимо современным строителям и гидроинженерам. Герсевановым написано большое количество работ по прикладным вопросам применения законов и принципов строительной механики в инженерном проектировании. Н. М. Герсеванов продолжал дело своего отца – Михаила Николаевича, – тоже гидроинженера и архитектора, который в XIX в. возводил набережные российских портов на Чёрном, Азовском морях, на Балтике. Герсеванов-старший длительное время был главным инспектором гражданских сооружений на Кавказе. Инспектировал строительство военно-стратегических дорог на юге империи, занимался подготовкой инженеров-путейцев и строителей. Таким образом, Николай Михайлович подхватил эстафету у старшего представителя династии гражданских и военных строителей. Как специалист, он служил уже новому Советскому государству.

Разумеется, реконструируемые гидрообъекты должны быть устойчивы. А методы достижения устойчивости в деталях разрабатывались Н. М. Герсевановым. В целях определения данных методов учёный обращался не только к законам строительной механики, но и к приёмам, которые почерпнуты из арсенала математических наук, в частности, алгебры логики.

В настоящей работе автор рассматривает один малоизвестный эпизод в истории становления отечественных школ математической логики. Данная область знаний в 1920–30-е гг. только начинала

формироваться, а Н. М. Герсеванов уже предпринимал попытки ввести формулы математической логики в инженерные расчёты. Считается, что Герсеванов, в отличие от логиков и философов его времени, не был связан идеологическими ограничениями. Между тем, логические наработки Герсеванова не известны интересующемуся историей логики читателю. Даже в обширном историко-логическом наследии ныне покойного профессора Б. В. Бирюкова мы находим лишь небольшие по объёму тезисы доклада, сделанного совместно с З. А. Кузичевой и представленного на конференции по проблемам современной логики в 2008 г. в Санкт-Петербурге [1, с. 194–196]. В настоящей работе автор намерен восполнить пробел, обнаруженный им в трудах по истории российских логических школ.

Для периода, когда жил и работал Н. М. Герсеванов, его логические разработки имели новаторский характер. Ниже показано, в чём конкретно состоит новаторство русского гидроинженера, в каких областях инженерного проектирования им была применена математическая логика. Ведь идеи Герсеванова могут быть вос требованы инженерами-гидростроителями в современных условиях [6; 11]¹.

Обращение к логическому наследию Герсеванова актуально для специалистов в различных областях науки и техники. Опыт применения логики неопровержимо доказывает, что данная дисциплина выступает пропедевтикой для фундаментального и прикладного знания. Именно потому каждый специалист и в частности инженер и архитектор должен овладеть логической культурой, иметь навык использования формул логики в рассуждениях, касающихся его специальности. Изучение логики основной целью предполагает углубление аналитического и практического опыта интеллектуальной деятельности. Такое изучение стимулиру-

ет развитие мышления специалиста в направлении строго систематизированных форм, укрепления навыков эффективного применения логических знаний в профессиональной деятельности.

Современный специалист в силу особенностей производства вынужден решать не только технологические, но и экономические задачи. Ведь в условиях санкций и перехода на рельсы мобилизационной экономики градостроителям и инвесторам, вкладывающим средства в строительство зданий и сооружений, важно с высокой точностью оценить уровень затрат. Известно, что прямые затраты определяются на основании чертежей проекта по действующим ставкам, нормам, тарифам. Инвестору важно проверить предлагаемый проект на экономическую рентабельность, в то время как архитектор имеет перед собой задачу защитить проект, обосновать его целесообразность и экономическую эффективность. Другими словами, создатель проекта, инженер или архитектор должен, опираясь на выполненный им чертёж, обосновать проект экономически и технически. Большим подспорьем в этом деле ему могут стать законы формальной логики, схемы дедуктивного доказательства, лежащие в основе правил аргументации. Удовлетворяющие законам формальной логики доводы должны сделать аргументацию автора проекта убедительной для заказчика. Именно герой настоящей работы Н. М. Герсеванов одним из первых обратил внимание на необходимость логической подготовки архитектора и гражданского инженера. Работа этого незаурядного учёного «Применение математической логики к расчёту сооружений» [3, с. 123–204] посвящена отдельным аспектам использования алгебры логики в строительной сфере. Впервые статья была опубликована в 1923 г., в период, когда учёный занимался проектированием силовых гидроустановок [10, с. 437–439]. Исследовательский поиск гидроинженера косвенно повлиял на становление теории синтеза и анализа релейно-контактных

¹ См. также: Пронозин Я. А., Королев К. В., Карапулов А. М. Механика грунтов. Т. 2: учебное пособие. М.: Учебно-методический центр по образованию на транспорте, 2022. 488 с.

схем, разработку которой осуществил В. И. Шестаков. Статья по логике вошла в юбилейное собрание сочинений 1949 г. Отобранные для данного издания основные теоретические работы гидростроителя, к числу которых относилась названная выше статья, подводили своего рода итог многолетней исследовательской, преподавательской и инженерной деятельности Николая Михайловича.

В настоящей работе логические выкладки русского инженера предлагаются как образец применения формализованного аппарата алгебры логики в строительной механике. Ниже анализируются отдельные примеры применения логики в строительстве, которые предложены в упомянутой логической работе русского механика.

В статье Герсеванова в качестве одного из примеров даётся логико-математический расчёт устойчивости набережных, опирающихся на ряж. Статический условный расчёт основателя отечественной школы механики грунтов, как уже отмечалось выше, стал одним из первых случаев технического применения существующей в течение многих веков в некотором отрыве от прикладного знания дедуктивной теории – формальной логики. Но такой отрыв продолжал существовать до тех пор, пока она не выработала свой математический язык. В начале XX в. существовали разные варианты этого языка. Широкую известность получил формальный язык итальянского математика Д. Пеано, которым, кстати, широко пользовался философ, естествоиспытатель и богослов П. А. Флоренский. Оригинальный формально-логический язык, включающий знаки отрицания и импликации, находим мы в сочинениях Г. Фреге (см. [15]; русск. перевод в кн. [14]). Герсеванов воспользовался алфавитом логики, предложенным французским математиком Л. Кутюра [9].

Материалы и источники исследования

Отметим, что литература предмета лишь косвенно касается затрагиваемой в настоящей работе темы. История отечественных школ формальной логики XX–XXI вв. изучалась такими авторами, как И. С. Верстин, Б. В. Бирюков [1; 2], Н. И. Стяжкин, В. И. Левин [10] и др. В исследовании автор обращается к работам по истории отечественной и европейской логики, к числу которых в первую очередь относятся статьи, доклады и выступления по истории применения математической логики в технике и иных прикладных сферах.

Материалом автору настоящей работы также послужили данные биографии Н. М. Герсеванова. Автор обращается к библиографии работ учёного¹, принимает во внимание выводы, содержащиеся в его главном логическом исследовании. Особенно много в направлении изучения школ отечественной логики было осуществлено Б. В. Бирюковым. В исследованиях, проведённых им в первые десятилетия XXI в., он восстановил событийный ряд, создал достоверную и по возможности полную картину становления отечественной философии и логики второй половины XX в.

Ранее говорилось, что в целях проверки строительных расчётов Герсеванов использует алфавит алгебры логики, предложенный в работе Кутюра (1909) [9]. Создатель отечественной школы механики грунтов для обозначения суждений данной инженерной науки, например, таких как «Данное сооружение устойчиво», использует пропозициональные переменные ($A, B, C, A_1 \dots$ и др.), а в качестве логических констант – знаки «», «+», «<», «>». При этом логические пропозициональные переменные могут иметь значение «истина» (1) или «ложь» (0). Отрицание суждения в работе Герсеванова обозначается в виде апострофа над переменной.

¹ Герсеванов Николай Михайлович // Информационная система Архивы РАН: [сайт]. URL: <http://isaran.ru/?q=ru/person&guid=6E798F1B-806D-C8B0-789D-9C57ADBF8438> (дата обращения: 11.05.2023).

*a**b*

Рис. 1 / Fig. 1. а) Руины завода «Запорожсталь», 1943 г. Восстановлением объекта руководил Всесоюзный институт по сложным основаниям фундаментов (ВИОС), возглавляемый Н. М. Герсевановым / а) The ruins of the Zaporizhstal plant, 1943. The restoration of the object was led by the All-Union Institute for Complex Foundations (VIOS), headed by N. M. Gersevanov; б) Набережная Туапсе. Современный вид / б) Tuapse embankment. Modern look

Источник: Фотографии Запорожья: [сайт]. URL: <https://life.zp.ua/razrushennyj-odin-iz-sexov-kombinata-zaporozhstal> (дата обращения: 11.05.2023).

Соединение двух или нескольких высказываний знаком «» будет называться конъюнкцией, или логическим умножением (знак «» здесь приравнен союзу *и*). Если переменные соединяет знак «+», то перед нами логическое сложение, или дизъюнкция. Знак «+» заменяет разделительные союзы (*или*, *либо* и др.). Истинность логического умножения двух переменных предполагает, что истинны обе переменные. При значении «ложь» одного из членов логического умножения вся формула умножения принимает значение «ложь» (0). Логическое сложение будет принимать значение «истина» (1), когда хотя бы один из членов логического сложения, например, *A* или *B*, будет истинным. Дизъюнкция должна, когда оба члена дизъюнкции ложны. Подформулы языка алгебры логики, соединённые знаками «<>» или «»», приравнены к условным суждениям. В настоящей работе формулы Герсеванова воспроизведены при помощи привычных для читателя символов современной логики высказываний: знаком «¬» или чертой над пропозициональной переменной обозначено отрицание, «Λ» – знак конъюнкции, «∨» – знак дизъюнкции, «⊃» – знак импликации.

В работе используются также формулы механики грунтов и сыпучих материалов.

Н. М. Герсеванов о проектировании ряжевых набережных

В рассматриваемой работе Герсеванова решение проблемы логической формализации осуществлено в целях обоснования устойчивости проектируемых инженером портовых сооружений. Герсеванов в пример приводит расчёт деформации набережной, опирающейся на ряж.

В начале Герсеванов предлагает анализ сил, действующих на опору набережной. Эти силы в значительной мере приводят к смещению надстроичной части сооружения в результате воздействия на опору. Герсеванов пишет: «Для того, чтобы убедиться в устойчивости набережной, надо убедиться в её устойчивости по отношению ко всем возможным видам разрушений: на сдвиг, на выпирание нижележащего грунта и т. д.» [3, с. 141].

Рассматриваемые в логической статье русского гидроинженера виды разрушений могут затронуть не только ряжевые набережные, но и массивовые набережные, портовые сооружения на фундаментах из набивных и шлакоцементных свай. Далее Герсеванов конкретизирует стоящую перед ним цель, связанную с проектированием именно ряжевых набережных.

Герсеванов подводит читателя к выводу, что обоснование устойчивости ряжа во

всех возможных случаях может оказаться для инженера, обосновывающего проект, непосильной задачей. В ряде ситуаций гораздо удобнее и целесообразнее сосредоточиться на опровержении суждения «Данная набережная неустойчива». Т. е. для формулы, используемой как аргумент в доказательстве «устойчивости / неустойчивости» конструкции, необходимо найти такие значения переменных, входящих в формулу, при которых набережная может оказаться подверженной разрушению в силу свойств грунта, действия на ряж внешних сил и проч. При этом опровергается вывод, что набережная неустойчива: ввиду истинности формулы, используемой в качестве посылки, вывод о неустойчивости оказывается невозможен. Но последнее требуется доказать.

Автор обсуждаемой статьи по прикладным вопросам логики ограничивается теми деформациями, которые появляются от воздействия грунта на ряж. Чаще всего, указывает в данной связи Герсеванов, «ряж, имеющий в поперечном разрезе форму прямоугольника, деформируется, обращаясь в параллелограмм (на схеме он дан жирным пунктиром. – И. П.), причём настолько значительно, что весь камень, составляющий его ядро, перемещается в сторону наклона ряжа» (рис. 2).

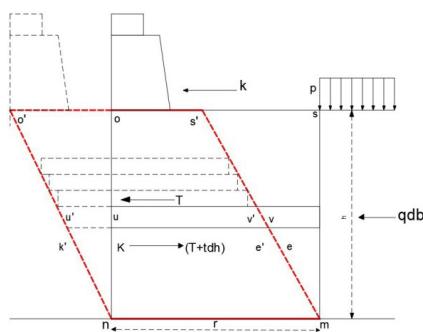


Рис. 2 / Fig. 2. Деформация набережной ряжевого типа. Чертёж взят из статьи Н. М. Герсеванова / Deformation of the cribwork embankment. The drawing is taken from an article by N. M. Gersevanov

В аналогичных проектах, как убеждён Герсеванов, мы должны рассчитать такую ширину ряжа, которая исключала бы его смещение. Для этого определяем, какая ширина не обеспечивает устойчивости набережной. Из этих рассуждений у Герсеванова следует логическое неравенство (мы приводим его далее). Но прежде напишем формулу механики грунтов, которая в рассуждениях Герсеванова выполняет роль посылки для последующего опровержения мысли о потенциальном разрушении ряжа.

Обращается внимание на то, что смещаются лежащие друг над другом слои, при этом сила давления t на ряж зависит от коэффициента трения камня о камень f . Кроме этого, величина t прямо пропорциональна удельному весу камня Δ , а также ширине самого ряжа r . На основе данных положений выводится формула (1):

$$t = f\Delta r \quad (1)$$

где t – сила давления на ряж,
 f – коэффициент трения камня о камень,
 Δ – удельный вес камня, r – ширина ряжа.

Далее, Герсеванов разбирает условное суждение, которое надлежит опровергнуть архитектору, предлагающему свой проект ряжевой набережной:

$B \supset A$, где A – суждение «Данная ряжевая набережная неустойчива», B – представленная выше формула (1).

Задача, сформулированная гидроинженером, – определить такую ширину ряжа $tnos$ (рис. 2), которая исключала бы разрушение набережной в результате сдвига. Для этого нужно знать ширину r , при которой данная набережная может быть разрушена. Проблема, решаемая Николаем Михайловичем, поставлена не только в предметном поле механики грунтов и сыпучих веществ. Для её решения могут быть привлечены формализованные средства современной логики. Отечественный гражданин инженер призывает не ограничиваться в проектировании фундамен-

тов узкопрофессиональным подходом, в связи с чем он пишет: «Вряд ли этот вопрос (т. е. вопрос, связанный с определением устойчивости. – И. П.) может быть когда-либо разрешён путём рассмотрения упругой деформации системы методами строительной механики» [3, с. 142]. Для создания ряжевой набережной необходимо осуществить выемку грунта и заполнить образовавшийся ряж *klvu* слоем камней. Давление грунта распределяется между камнем и деревянным каркасом. Значение доли давления грунта, воспринимаемого камнем, Герсеванов обозначает через *t dh*, а значение давления, воспринимаемого деревянным каркасом, – через *e dh* (в обоих формулах, как поясняет Герсеванов, *dh* – толщина слоя ряжа *klvu* (см. на рис. 2)). Два этих отношения становятся антецедентом условного суждения, которое выводится отечественным гидростроителем.

Среди условных суждений, в которых даётся формула сил, влияющих на устойчивость ряжевой набережной, Герсеванов приводит ещё одну математическую формулу (2) – импликацию

$$\left(Kh + \int_0^h ehdh \right) \supset 0 \quad (2)$$

Гидроинженер обозначил это неравенство переменной *C*. Конъюнкция двух формул – *C* и *B* – выступает условием неустойчивости ряжа, которое выражено суждением *A*: $(B \wedge C) \supset A$. Приведённые выше условные высказывания Герсеванов называет «предварительными замечаниями», позволяющими определить ширину ряжа *r*, при которой *A* (суждение «Данное сооружение неустойчиво») останется ложным. Т. е. ряж не будет подвергаться той деформации, которая для набережных опасна, а порой и недопустима. В качестве примера набережной, потерявшей свою изначальную устойчивость, гидростроитель приводит набережную в Гельсенфорсе.

Разрушение набережной, выражаемое через суждение *A*, есть следствие посылок *B* и *C* (их конъюнкции). Далее, применяя

формулы алгебры логики, Герсеванов приходит к выводимости *B* из не-*C* ($\neg C$), а это значит, что суждение *A* о неустойчивости набережной ложно, и деформация её не может иметь места.

Перспективы применения логики в технике и строительстве. Роль символьической логики в познании и доказательстве

В настоящем параграфе автор рассмотрит некоторые мотивы, которые заставили российского гидроинженера обратиться к формальному языку математической логики, причём как раз в то время, когда алгебра логики только заявила о себе как о самостоятельном разделе этой древней науки, а само увлечение логикой не приветствовалось в нашей стране, отчасти по идеологическим причинам (к математической логике у советских философов-марксистов существовало определённое предубеждение). Достаточно сказать, что лояльный советской власти автор – психолог К. Сотонин – предрекал смерть логики ввиду исчерпания её предмета¹. Подверг критике с позиций материалистической диалектики традиционную логику в 20-е гг. XX в. и В. Ф. Асмус. Однако инженеры и математики, в отличие от философов, в тот период меньше зависели от идеологических ограничений.

Особенность подхода Герсеванова состоит в том, что инженер при расчётах стремился сочетать традиционные подходы строительной механики и формализованные средства алгебры логики. В тезисах доклада, представленного на конференции по проблемам современной логики в Санкт-Петербурге Б. Н. Бирюковым и З. А. Кузичевой, подчёркивалось, что в работе Герсеванов демонстрировал приёмы формальной логики в явном виде, стремясь тем самым привлечь внимание строителей к широкому диапазону возможностей, предоставляемых данной наукой

¹ Сотонин К. Рецензия на книги Поварнина С. И. «Введение в логику» // Казанский библиофил. 1922. № 3. С. 56.

[1, с. 194–196]. Однако и эти возможности окажутся ограничены, т. к. нельзя учесть все факторы, влияющие на устойчивость сооружения. Эти факторы выступают в рассуждении архитектора как посылки.

В данной связи можно применить инструментарий вероятностной логики, либо обратиться к методам теории вероятностей. Герсеванов же вслед за Кутюра предлагает воспользоваться алгеброй логики и выполнить операцию логического умножения посылок. Результатом такого умножения может, к примеру, быть произведение $(A \wedge B \wedge C \wedge D \wedge \dots)$. Смыслом суждения $(A \wedge B \wedge C \wedge D \wedge \dots)$ является то, что по отдельности суждения A, B, C, D и другие элементарные суждения, из которых оно состоит, одновременно имеют место. В работе Герсеванова в качестве примера такого суждения выступают посылки простого категорического силлогизма. Из конъюнкции (логического умножения) простых атрибутивных суждений вытекает третье атрибутивное суждение, содержащее в себе новое знание.

Силлогистика как инструмент анализа проблем строительной механики

Вслед за Луи Кутюра русский гидроинженер рассматривает силлогизм I фигуры как пример сложного суждения, подчёркивая тем самым условность деления форм абстрактного мышления на понятия, суждения и умозаключения. Близкие идеи провозглашает современный российский логик и философ Н. Н. Жалдак, который в одной из работ среди прочего утверждает: «Противопоставление форм [логического] мышления относительно... Суждение есть прямо или косвенно составленная, хотя бы из контекстуального определения понятия, форма сообщения о содержании понятия... Вместе с тем суждения служат терминами в более сложных суждениях. Умозаключение есть сложное суждение...» [5, с. 3]. Всё это совпадает, как мы видим, со взглядом Герсеванова, который далее даёт формализованную запись модуса Barbara I фигуры силлогизма:

$$[(A \supset B) \wedge (B \supset C)] \supset (A \supset C)$$

Эксплицируя рассуждение по данному модусу, Герсеванов пишет, что « $(A \supset B)$ и $(B \supset C)$ влечёт за собой существование третьего суждения $(A \supset C)$ » (символика Герсеванова здесь и далее заменена современной записью формул математической логики).

Среди выделенных Герсевановым сложных суждений можно упомянуть правило Де-Моргана, правило снятия конъюнкции, согласно которому, если доказана конъюнкция $(A \wedge B)$, то будет доказано A или будет доказано B . (см. формулы Предложения 7, [3, с. 133]). Кроме этого правила Герсеванов использовал другие тождественно-истинные формулы математической логики. Законы и принципы математической логики инженер в своих вычислениях использует наряду с теоремами, требующими обоснования. Напр., для доказательства Предложения 8 [3, с. 141] $(B \supset A) \supset [0 \supset (A \wedge \neg B)]$ требуется обе части логического неравенства $(A \supset B)$ переменить на $\neg B$. Рассуждения Герсеванова, как говорилось выше, мы передаём в современной записи:

$$[(B \supset A) \wedge \neg B] \equiv [(B \wedge \neg B) \supset (A \wedge \neg B)] \equiv [0 \supset (A \wedge \neg B)],$$

т. е.

$$(B \supset A) \supset [0 \supset (A \wedge \neg B)].$$

Для чего Герсеванов обращался к логическому аппарату? Немецкий философ и математик, один из столпов европейского рационализма Г. Лейбниц отмечал, что методы, которые используются для решения теоретических и прикладных задач, не менее важны, чем сами открытия, сделанные в разных областях. Мотивы обращения Герсеванова к логическим методам нам представляются аналогичными тем, которые лежали в основе подобного обращения к аппарату алгебры логики у инженеров, градопроектировщиков и представителей технических специальностей его времени. Во-первых, логическая запись

компактнее, чем запись при помощи знаков естественного языка. Во-вторых, при анализе абстрактных символов комбинаторика лексико-грамматических классов в их символической записи – понятий и законов классической механики – выступает в явной форме, что особенно ценно для представителей технических наук. И действительно, при символической записи легче обнаруживаются связи между формами мысли, а потому удобно исчислять рассуждения. Третья причина использования символического представления алгебры логики состоит в следующем: формализованные записи можно максимально приблизить к записи алгоритмических языков, а это даст возможность автоматизировать весь процесс рассуждений, облегчить их программирование. Правда, мысль Герсеванова, видимо, не заходила так далеко, поскольку гидроинженер жил в эпоху, когда кибернетика и программирование делали первые шаги. Но уже на примере исследования Герсеванова мы можем говорить о попытке рационализировать исчисление высказываний в сфере строительного проектирования. Исчисляя высказывания, мы имеем возможность результаты рассуждений сгруппировать в таблицы истинности, и это ещё одна причина, чтобы применять в технических рассуждениях язык математической логики (об этом см.: [8, с. 18]). Недаром современный логик З. А. Кузичева относит символическую логику к видам искусственного языка и примерам математического исчисления, подчёркивая тем самым её как бы переходный статус. Символическая логика, называемая также алгеброй логики, является сферой, находящейся на пересечении информатики, технического моделирования, математики и теоретических наук, определяющих методы прикладного исследования [8, с. 10].

Отметим в обсуждаемой связи, что подход Герсеванова близок к традиционной логике, которая кроме формальных правил вывода учитывает содержание анализируемых высказываний, а значит, включает и содержательные правила, касающиеся

понятий и суждений. Так, Герсевановым принимается во внимание содержание тех посылок, которые выражают законы строительной механики. Сказанное соответствует установкам научного мышления, которые, как подчёркивал Ю. А. Петров, содержательны [12, с. 46]. На содержательные аспекты истины обращают внимание Б. В. Бирюков и В. Н. Тростников в работе «Жар холодных чисел и пафос бесстрастной логики» (2009) [2]. И это подтверждается выводами русского инженера. Если бы Герсеванов абстрагировался от строительного содержания, то его статья, вероятно, не вызвала бы интереса у коллег-инженеров.

Заключение

Известный отечественный строитель и инженер, опередив большинство современных ему логиков, обратился к разработкам в области математической логики в целях упорядочения вычислений. Герсеванов был убеждён в том, что использование в расчётах одной только строительной механики может привести к одобрению проектов сооружений, фундаменты которых будут иметь избыточную устойчивость. А это может повредить изяществу архитектурной конструкции, утяжелить её. Логика в таких условиях должна стать инструментом принятия решений, позволяющих значительно облегчить конструкцию, сделать проект более простым при возведении и экономичным. Примеры применения Герсевановым логических методов даны в настоящей работе.

Для доказательства устойчивости ряжевых набережных Герсеванов использовал схемы простого категорического силлогизма и схемы условных умозаключений. В исследовании показано, что к началу XX в. формальная логика уже создала свой математический язык. Этим языком воспользовался в исследованиях Герсеванов.

Русский гидроинженер понимал, что возможности алгебры логики ограничены. Ведь она сохраняет свойственный

классической логике отвлечённый, слишком абстрактный характер. Она упускает отдельные содержательные моменты, связанные с предметной областью механики грунтов и сыпучих материалов, со смысловыми моментами строительной механики. При этом архитекторами и гражданскими инженерами расчёты, как правило, проводятся без обращения к логико-математическому аппарату. Но эти расчёты благодаря использованию алгебры логики могут приобрести направленный рациональный характер. Приблизить формально-логический анализ к нуждам строителя-инженера, сделать этот анализ более содержательным могли бы концептуальные схемы, опирающиеся на классическую силлогистику, а также включающие отдельные элементы неклассического подхода. Такие схемы позволяют анализировать структуру суждений, дают возможность принимать во внимание большое число альтернативных допущений, необходимых для расчёта устойчивости гидро сооружений. Полезными для инженерных расчётов могут стать силлогистика Кэрролла, системы логической многозначности Н. А. Васильева, Я. Лукасевича, Я. Э. Брауэра, метод линейно-табличных диаграмм Н. Н. Жалдака и ряд других. Однако анализ ни одной из этих формализованных систем не входит в число задач настоящей работы. К ним можно будет обратиться как строителям, так и представителям других технических специальностей в будущем.

В исследовании автор остановился на фактах научной биографии Герсеванова, которые ранее в значительной мере ускользнули из поля зрения историков науки и инженерного дела. Герсеванов действительно был разносторонним учёным, увлечённо работавшим во всех сферах строительной механики. Сам строительный теоретик был убеждён, что проектировщику необходимо обладать знаниями в различных областях математики, а кроме этого – иметь навык черчения и рисования. Помимо этого, он должен иметь теоретические и практические познания в

области геодезии, картографии, ландшафтования и климатологии. Обращение к булевой алгебре при таких установках оказалось более чем естественным.

Важно отметить, что формализованная запись рассуждений способствовала структурному представлению информации. Такое представление чрезвычайно важно для технической сферы. Очевидно, Герсеванова привлекала именно символическая специфика языка логики. В математической логике эта специфика проявляется наиболее конкретно – в виде логической конструкции абстрактных объектов. Реальный объект должен по возможности соответствовать абстрактной логической схеме. Отметим также, что логические формулы в аргументационной практике Герсеванова усилены визуальными аргументами – чертежами, без которых невозможно было бы обсуждение строительных задач, находившихся в фокусе рассмотрения учёного.

Определение логическими средствами необходимых и достаточных условий устойчивости и прочности возводимых конструкций может быть востребовано в наше непростое время, когда происходит формирование мобилизационной хозяйственной системы и ведётся поиск эффективных решений в разных областях производственной деятельности, в том числе и в строительстве.

В заключение укажем, что внедрение логических принципов в ткань строительных рассуждений должно способствовать позитивной динамике мыслительного процесса, критичности и самокритичности ума, управлению вниманием и оперативностью памяти, поиску правильного решения. Именно поэтому опыт Герсеванова важен и в его логико-педагогическом аспекте.

Статья поступила в редакцию 21.03.2023.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков Б. В., Кузичева З. А. Из приложений логики: о работе Герсеванова «Применение математической логики к расчёту сооружений» // Современная логика: материалы X научной конференции, г. Санкт-Петербург, 26–28 июня 2008 г. / под ред. В. И. Кобзаря. СПб: Санкт-Петербургский государственный университет, 2008. С. 194–196.
2. Бирюков Б. В., Тростников В. И. Жар холодных чисел и пафос бесстрастной логики. М.: LIBROKOM, 2009. 232 с.
3. Герсеванов Н. М. Применение математической логики к расчёту сооружений // Герсеванов Н. М. Собрание сочинений: в 2 т. Т. 1. М.: Стройвоениздат, 1948. С. 123–204.
4. Драганова А. К. Проблемы и перспективы социально-экономического развития г. Новороссийска // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения д. г. н., профессора В. И. Прокаева и 90-летию естественно-географического факультета СГСПУ, г. Самара, 15 января 2019 г. Самара: Самарский государственный социально-педагогический университет, 2019. С. 306–308.
5. Жалдак Н. Н. Задачи по логике. Белгород: ЛитКараВан, 2010. 83 с.
6. Кочерженко В. В., Сулейманова Л. А., Кочерженко А. В. Инновационные свайные технологии (забивные сваи). Белгород: Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, 2021. 93 с.
7. Крыленко В. В. Современное состояние берегов Азово-Черноморского побережья России // XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования: сборник материалов конференции, г. Калининград, 18–24 апреля 2022 г. Калининград: Балтийский федеральный университет имени И. Канта, 2022. С. 19–24.
8. Кузичева З. А. Из истории языков представления знаний // Вопросы кибернетики. Кибернетика и математическая логика в историко-методологическом аспекте. М.: АН СССР, 1984. С. 10–22.
9. Кутюра Л. Алгебра логики / пер. И. Слешинского. Одесса: Mathesis, 1909. 108 с.
10. Левин В. И. История открытия логического моделирования дискретных систем // Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке: материалы X Общероссийской научной конференции, 26–28 июня 2008 г. / под ред. В. И. Кобзаря. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2008. С. 437–439.
11. Мейдич А. П., Албутова Т. К., Боженко А. М. Механизированная безотходная технология возведения свайных фундаментов // Перспективы науки. 2020. № 11 (134). С. 247–249.
12. Петров Ю. А. Практическая методология науки // Вестник МСИ. 1998. № 4. С. 45–49.
13. Рябов М. Г. Реконструкция открытых городских пространств Юга России // Актуальные вопросы охраны и использования культурного наследия Крыма: материалы VI научной конференции, г. Симферополь, 21–22 октября 2020 г. Симферополь: Ариал, 2019. С. 220–225.
14. Фреге Г. Логика и логическая семантика: сборник трудов / пер. Б. Бирюкова. М.: Аспект-Пресс, 2000. 512 с.
15. Frege G. Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle: Verlag Von Louis Nebert, 1879. 105 p.

REFERENCES

1. Biryukov B. V., Kuzicheva Z. A. [From Applications of Logic: About the Work of Gersevanov “Application of Mathematical Logic to the Calculation of Structures”]. In: Kobzar’ V. I., ed. Sovremennaya logika: materialy X nauchnoj konferencii, St. Petersburg, 26–28 iyunya 2008 g. [Modern Logic: Materials of the X Scientific Conference, St. Petersburg, June 26–28, 2008]. St. Petersburg, St. Petersburg State University Publ., 2008, pp. 194–196.
2. Biryukov B. V., Trostnikov V. I. Zhar holodnyh chisl i pafos besstrastnoj logiki [The Heat of Cold Numbers and the Pathos of Dispassionate Logic]. Moscow, LIBROKOM Publ., 2009. 232 p.
3. Gersevanov N. M. [Application of Mathematical Logic to the Calculation of Structures]. In: Gersevanov N. M. Sobranie sochenii. T. 1 [Collected Works. Vol. 1]. Moscow, Strojvoenizdat Publ., 1948, pp. 123–204.
4. Draganova A. K. [Problems and Prospects of Socio-Economic Development of Novorossiysk]. In: Ekologo-geograficheskie problemy regionov Rossii: materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchyonnoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya d. g. n., professora V. I. Prokaeva i 90-letiyu estestvenno-geograficheskogo fakul’teta SGSPU, g. Samara, 15 yanvarya 2019 g. [Ecological and Geographical Problems of Russian Regions: Materials of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Dedicated to the 100th anniversary of the Birth of Doctor of Science, Prof.

- V. I. Prokaev and the 90th Anniversary of the Faculty of Natural Geography of the SGSPU, Samara, January 15, 2019]. Samara, Samara State Social and Pedagogical University Publ., 2019, pp. 306–308.
5. Zhaldak N. N. *Zadachi po logike* [Tasks in Logic]. Belgorod, LitKaraVan Publ., 2010. 83 p.
 6. Kocherzhenko V. V., Sulejmanova L. A., Kocherzhenko A. V. *Innovacionnye svajnye tekhnologii (zabivnye svai)* [Innovative Pile Technologies (Driven Piles)]. Belgorod, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov Publ., 2021. 93 p.
 7. Krylenko V. V. [The Current State of the Coasts of the Azov-Black Sea Coast of Russia]. In: *XXIX Beregovaya konferenciya: Naturnye i teoreticheskie issledovaniya: sbornik materialov konferencii*, g. Kaliningrad, 18–24 aprelya 2022 g. [XXIX Coastal Conference: Field and Theoretical Research: Collection of Conference Materials, Kaliningrad, April 18–24, 2022]. Kaliningrad, Immanuel Kant Baltic Federal University Publ., 2022, pp. 19–24.
 8. Kuzicheva Z. A. [From the History of Languages that Represent Knowledge]. In: *Voprosy kibernetiki. Kibernetika i matematicheskaya logika v istoriko-metodologicheskikh aspektakh* [Questions of Cybernetics. Cybernetics and Mathematical Logic in the Historical and Methodological Aspect]. Moscow, AS USSR Publ., 1984, pp. 10–22.
 9. Couturat L. *L'algèbre de la logique* (Sleshinsky I., transl. *Algebra logiki*). Odessa, Mathesis Publ., 1909. 108 p.).
 10. Levin V. I. [The History of the Discovery of Logical Modeling of Discrete Systems]. In: Kobzar' V. I., ed. *Sovremennaya logika: problemy teorii, istorii i primeneniya v naуke: materialy X Obshcherossijskoj nauchnoj konferencii*, 26–28 iyunya 2008 g. [Modern Logic: Problems of Theory, History and Applications in Science: Materials of the X All-Russian Scientific Conference, June 26–28, 2008]. St. Petersburg, St. Petersburg State University Publ., 2008, pp. 437–439.
 11. Meidich A. P., Albutova T. K., Bozhenko A. M. [Mechanized Non-Waste Technology for the Construction of Pile Foundations]. In: *Perspektivy nauki* [Prospects of Science], 2020, no. 11 (134), pp. 247–249.
 12. Petrov Yu. A. [Practical Methodology of Science]. In: *Vestnik MSI* [MSI Bulletin], 1998, no. 4, pp. 45–49.
 13. Ryabov M. G. [Reconstruction of Open Urban Spaces in the South of Russia]. In: *Aktual'nye voprosy ohrany i ispol'zovaniya kul'turnogo naslediya Kryma: materialy VI nauchnoj konferencii*, g. Simferopol', 21–22 oktyabrya 2020 g. [Actual Issues of Protection and Use of the Cultural Heritage of Crimea: Materials of the VI Scientific Conference, Simferopol, October 21–22, 2020]. Simferopol, Arial Publ., 2019, pp. 220–225.
 14. Frege G. Collected Works (Rus. ed.: Biryukov B., transl. *Logika i logicheskaya semantika*. Moscow, Aspekt-Press Publ., 2000. 512 p.).
 15. Frege G. Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle, Verlag Von Louis Neber, 1879. 105 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Прядко Игорь Петрович – кандидат культурологии, доцент кафедры социальных, психологических и правовых коммуникаций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета;

e-mail: priadcko.igor2011@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Igor P. Pryadko – Cand. Sci. (Culturology), Assoc. Prof., Moscow State University of Civil Engineering; e-mail: priadcko.igor2011@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Прядко И. П. Алгебра логики как средство обоснования архитектурного проекта: вклад русского инженера Н. М. Герсеванова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2023. № 2. С. 108–119.

DOI: 10.18384/2310-7227-2023-2-108-119

FOR CITATION

Pryadko I. P. Logic Algebra as a Justification for an Architectural Design Project: The Contribution of the Russian Engineer N. M. Gersevanov. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Philosophy*, 2023, no. 2, pp. 108–119.

DOI: 10.18384/2310-7227-2023-2-108-119