ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE

Новые технологии и проблемы технических наук

Выпуск VII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноября 2020 г.)**

г. Красноярск

2020 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Новые технологии и проблемы технических наук./ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 7. **г. Красноярск**, – НН: ИЦРОН, 2020. 59 с.

В сборнике научных трудов по итогам VII Международной научно-практической конференции «**Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов.
Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, CAD, CAE (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

СЕКЦИЯ №3.
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

канд. техн. наук, профессор С.К. Тойганбаев, доктор техн. наук, профессор

М.А.Карапетян

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

SERIK K. TOIGONBAEV, *Ph. D. of Engineering Sciences? Associate Professor*

MARTIR A. KARAPETYAN, *Advanced Doctor in Engineering Sciences, Professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy”, Ul. Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550, Russia

Reconstruction of the camshaft restoration section.

Аннотация: В данной статье представлен расчет реконструкции участка восстановления распределительных валов, в соответствии с продолжительностью рабочей недели, продолжительности смены и типа производства рассчитана производственная площадь участка. Представлен план реконструкции участка с подбором необходимого оборудования для участка с их предварительной расстановкой.

Ключевые слова: площадь; реконструкция; сменность; фонд времени.

Abstract: this paper presents the calculation of the reconstruction of the recovery of the camshaft in accordance with a longstu the working week, length of shift and type of production expected of tana industrial square footage. A plan for the reconstruction of the site with the selection of the necessary equipment for the site with their preliminary placement is presented.

Keyword: area; reconstruction; shift; time fund.

Для реконструкции участка восстановления распределительных валов необходимо придерживаться следующей последовательности действий: - спланировать режим работы предприятия и определить фонды времени рабочих и оборудования; - определить количество рабочих и рассчитать площади участков исходя из удельной площади на одного рабочего; - необходимо составить список оборудования с указанием его габаритных размеров; - представить планировку в графическом исполнении.

Обоснование режима работы предприятия и расчет годовых фондов времени рабочих и

оборудования. Режим работы предприятия характеризуется количеством рабочих дней в году, продолжительностью в часах рабочей недели и смены, количеством смен в сутки. Количество рабочих дней в году принимается равным количеству календарных дней года без учета выходных и праздничных дней. Количество смен зависит от производственной программы предприятия, загрузки оборудования и других факторов. Обычно предприятия технического сервиса работают в одну смену. Продолжительность рабочей смены устанавливают в зависимости от специальности рабочих, характера производства и количества рабочих дней в неделю в соответствии с действующим трудовым законодательством.

Общая продолжительность рабочей недели для рабочих и служащих, работающих в нормальных условиях, установлена – 40 ч, а при работе во вредных условиях – 36 ч. Продолжительность рабочей смены устанавливается: при пятидневной неделе и двух выходных для работающих в нормальных условиях – 8 ч., при работе во вредных условиях – 7 ч.; - при шестидневной неделе продолжительность смены соответственно равна 7 и 6 часов.

Чтобы сохранить установленную законодательством общую продолжительность рабочего времени в неделю, продолжительность смены в нормальных условиях работы сокращается на 1 ч в предвыходные и предпраздничные дни при шестидневной рабочей неделе и на 1 ч только в предпраздничные дни при пятидневной рабочей неделе.

При проектировании участка принимаем следующий режим работы:

- продолжительность рабочей недели – 5 дней
- количество рабочих смен – 1 смена.
- продолжительность рабочей смены - 8ч.
- количество рабочих часов в неделю – 40ч.

Для примера определения производственной площади участка по восстановлению распределительных валов, произведем расчет одной операции на примере операции плазменной наплавки.

Плазменная наплавка. Время наплавки одного распределительного вала определяется по формуле:

$$T_н = t_{осн} + t_{всп} + t_{доп} + \frac{T_{п..з}}{n}, мин \quad (1)$$

где $t_{осн}$ - основное время; $t_{всп}$ - вспомогательное время; $t_{доп}$ - дополнительное время; $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время; n-количество наплавляемых деталей в партии.

$$t_{осн} = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot V_н \cdot S}, мин \quad (2)$$

$t_{осн}$ = 4,7 мин.

Скорость наплавки определяется по формуле: $$V_н = \frac{\alpha_н \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (3)$$

где $\alpha_н$ - коэффициент наплавки,г/А-ч; $\alpha_н$ = 12 г/А-ч; γ - плотность наносимого покрытия; γ = 7,4; I - сила тока,А; I =150А; d-диаметр детали,мм;

h - толщина наплавляемого слоя,мм;

$$h = \frac{И}{2} + z_1 + z_2, \quad (4)$$

где $И$ - износ детали, мм; z_1 - припуск на обработку перед покрытием,мм; z_1 = 0,1 мм; z_2 - припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, z_2 = 0,4 мм;

$$h = \frac{1{,}5}{2} + 0{,}1 + 0{,}4 = 1{,}25\,мм. \qquad t_{осн} = \frac{3{,}14 \cdot 51 \cdot 70}{1000 \cdot 34 \cdot 0{,}7} = 4{,}7\,мин.$$

Частота вращения определяется по формуле: $$n_Д = \frac{1000 \cdot V_н}{60 \cdot \pi \cdot d}, \quad (5)$$

где $V_н$ - скорость наплавки,мм/мин;

$$n_Д = \frac{1000 \cdot 34}{60 \cdot 3{,}14 \cdot 51} = 3{,}4\,мин^{-1}$$

Норма времени на наплавку распределительного вала складывается из следующих элементов затрат времени:

$$T_н = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{п.з}}{n}, мин \quad (6)$$

где $T_{осн}$ - основное время, мин; $T_{всп}$ - вспомогательное время; $T_{вс}$ = 0,54мин; $T_{доп}$ - дополнительное время; принимается 3% от $T_{оп}$; $T_{оп}$ - складывается из суммы $T_{осн}$ +$T_{всп}$; отсюда $T_{доп}$ = 0,12 мин; $T_{п.з}$ - подготовительно-заключительное; $T_{п.з}$= 15 мин; n - количество наплавляемых деталей в партии.

Исходя из этих данных, определяется норма времени на наплавку:

$$T_н = 4{,}7 + 0{,}54 + 0{,}12 + \frac{15}{20} = 6{,}11\,мин.$$

Теперь же, исходя из принятого режима работы предприятия, определяют годовые фонды времени рабочих и оборудования. Различают номинальный и действительный годовые фонды времени работы рабочих и оборудования.

Номинальный годовой фонд времени оборудования и рабочих (количество рабочих часов в соответствии с режимом работы предприятия, без учета возможных потерь) определяется по формуле:

$$Ф_{нм} = Ф_{но} = \left[\left(d_k - d_в - d_п\right) \cdot t_c - d_{пп} \cdot \left(t_c - t_{спп}\right)\right] \quad (7)$$

где $Ф_{нм}$ и $Ф_{но}$ – номинальный фонд времени мастерских и оборудования, ч;

d_k – количество календарных дней в году; $d_в$ - количество выходных дней в году; $d_п$ - количество праздничных дней в году; $d_{пп}$ - количество предпраздничных дней в году; t_c - продолжительность смены, ч; $t_{спп}$ - продолжительность смены в предпраздничный день (на один час рабочий день сокращается), ч.

$$Ф_{нм} = \left[\left(365 - 104 - 12\right) \cdot 8 - 8 \cdot \left(8 - 7\right)\right] = 1984\,часов.$$

Действительный фонд времени учитывает вынужденные потери времени (отпуска, болезни, командировки и т.д.) и рассчитывается по формуле:

$$Ф_{др} = \left[\left(d_k - d_в - d_п - d_о\right) \cdot t_c - d_{пп}\left(t_c - t_{спп}\right)\right] \cdot \eta_р \quad (8)$$

где $Ф_{др}$ - действительный фонд времени рабочего, ч.; $d_о$ - продолжительность отпуска 28 календарных дней; $\eta_р$ - коэффициент, учитывающий потерю рабочего времени по уважительной причине (0,96…0,97).

$$Ф_{др} = \left[\left(365 - 104 - 12 - 20\right) \cdot 8 - 8 \cdot \left(8 - 7\right)\right] \cdot 0{,}965 = 1760\,часов.$$

Рассчитаем действительные фонды времени работы оборудования на предприятии:

$$Ф_{до} = Ф_{но} \cdot \eta_о, \quad (9)$$

где $\eta_о$ - коэффициент использования оборудования

$$Ф_{до} = 1984 \cdot 0{,}95 = 1884{,}8\, часов.$$

Определение типа производства. Тип производства определяется по коэффициенту серийности ($К_с$), определяемому по формуле:

$$К_с = \frac{Ф_{до} \cdot 60}{T_{шт_{ср}} \cdot N}, \qquad (10)$$

где $Ф_{до}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования,ч;

N - годовая программа ремонта распределительных валов, шт. (N = 500);

$T_{штср}$ - среднее штучное время характерных операций.

$$К_с = \frac{1884{,}8 \cdot 60}{5{,}8 \cdot 500} = 38{,}99$$

При 20 < $К_с$ ≤ 40 тип производства – мелкосерийный.

Общий такт ремонта коленчатых валов для предприятия определяется по формуле:

$$\tau = \frac{Ф_{до}}{N}, \qquad (11)$$

$$\tau = \frac{1884{,}8}{500} = 3{,}76 \text{ ч/распредвал.}$$

Расчет годового объема работ и штата производственного участка.

Годовой объем работ – это суммарная трудоемкость (станкоемкость) выполнения годовой производственной программы.

Годовой объем работ производственного участка определяем по формуле:

$$T_г = T \cdot N, \qquad (12)$$

где T - трудоемкость восстановления распределительного вала, чел.-ч;

N -годовая производственная программа ремонта распределительных валов, шт.

$$T_г = 5{,}8 \cdot 500 = 2900\, чел.-час$$

Различают списочный и явочный составы рабочих. Списочным называют полный состав числящихся по спискам на участке работников, включающий как фактически являющихся на работу, так и отсутствующих по уважительным причинам (по болезни, в отпуске, командировке и т.п.). Явочным составом называется состав рабочих, фактически являющихся на работу.

Явочное и списочное числа рабочих определяют соответственно по формулам:

$$P_{яв} = \frac{T_{уч}}{Ф_{нм} \cdot К}, \qquad (13)$$

$$P_{сп} = \frac{T_{уч}}{Ф_{др} \cdot К}, \qquad (14)$$

где $T_{уч}$- трудоемкость работ по участку, чел.-ч; $Ф_{нм}$ *и* $Ф_{др}$ – номинальный и действительный фонды времени рабочего, ч.; $К$ – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (К=1,05…1,15).

$$P_{яв} = \frac{2900}{1984 \cdot 1,1} = 1,33\,чел.$$

$$P_{сп} = \frac{2900}{1884,8 \cdot 1,1} = 1,40\,чел.$$

Число вспомогательных рабочих ($P_{всп}$) определяют в процентном отношении от списочного числа производственных рабочих:

$$P_{всп} = (0,12...0,15) \cdot P_{сп}, \tag{15}$$

$$P_{всп} = 0,14 \cdot 1,4 = 0,196\,чел.$$

Результаты расчетов записываем в таблицу 1.

Сводные данные по определению численности производственных рабочих по участку. Таблица 1.

Фонд времени рабочего, ч.		Число рабочих			
		явочное $P_{яв}$		списочное $P_{сп}$	
номинальный $Ф_{нр}$	действительный $Ф_{др}$	расчетное	принятое	расчетное	принятое
1984	1760	1,33	1	1,4	2

Принимаем общую численность рабочих на участке $P_{общ}$=2 человека

Расчет количества оборудования. Количество моечных машин определяем по формуле:

$$N_м = \frac{Q \cdot t}{Ф_{до} \cdot q \cdot K_{зм} \cdot K_м}, \tag{16}$$

где Q-суммарная масса деталей, подлежащих очистке в моечной машине за планируемый период, кг; t - время очистки одной партии деталей (загрузки),ч; $Ф_{до}$-действительный годовой фонд времени работы моечной машины, ч;

q - масса деталей одной загрузки,кг; $K_{зм}$ - коэффициент, учитывающий загрузку моечной машины по массе (0,5…0,8); $K_м$ - коэффициент, учитывающий использование моечной машины по времени (0,85…0,9).

$$N_м = \frac{3250 \cdot 0,5}{1884,8 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 0,85} = 0,56$$

(одна машина загружена на 56%)

Количество установок для напыления определяем по формуле:

$$N_{ум} = \frac{T_{шт} \cdot N}{Ф_{до} \cdot 60}, \tag{17}$$

$$N_{ум} = \frac{15 \cdot 500}{1884,8 \cdot 60} = 0,06$$

Количество шлифовальных станков определяем по формуле:

$$N_{шс} = \frac{T_{шт} \cdot N}{Ф_{до} \cdot 60}, \tag{18}$$

$$N_{шс} = \frac{95 \cdot 500}{1884,8 \cdot 60} = 0,4$$

Принимаем по одному виду оборудования.

Расчет производственной площади участка. Производственную площадь участка предварительно рассчитываем по суммарной площади, занимаемой оборудование (таблица 2) и коэффициенту рабочей зоны по формуле:

$$F_{уч} = \sum S_{оборудов} \cdot K, \tag{19}$$

где $\Sigma F_{уч}$ – суммарная площадь, занимаемая в компоновочном плане оборудованием, м^2; K - коэффициент, учитывающий рабочую зону установленного оборудования, состоящую из проходов, проездов и расстояний от оборудования до строительных конструкций и между отдельными единицами оборудования.

При расчете площади участка значение коэффициента (K = 3,5…4,0). Принимаем K = 4,0.

Рассчитаем суммарную площадь, занимаемую оборудованием в компоновочном плане:

$$S=[(1,4\cdot0,5)+(2,9\cdot2,4)+(1,5\cdot0,8)+(2,7\cdot1,1)+(0,7\cdot0,5)+(1,6\cdot0,8)+(2,2\cdot1,8)+$$
$$+(1,8\cdot1,8)+(1,4\cdot0,6)+(2,2\cdot1,9)+(0,9\cdot0,6)+(1\cdot0,5)+(0,5\cdot0,5)] = 26,97 \text{ м}^2$$

Зная суммарную площадь, рассчитаем производственную площадь:

$$F_{уч} = 26,97 \cdot 4 = 107,88$$

Принимаем расчетную площадь участка 108 м^2.

Ведомость оборудования участка. Таблица 2.

№ п/п	Наименования и обозначения оборудования	Технические характеристики оборудования	
		габаритные размеры,мм	установленная мощность,кВт
1	Стол дефектовщика ОРГ-1468-01-090	1400х500	-
2	Моечная машина ОМ-3600	2940×2400	1,5
3	Пресс ОКС-1671М	1527×855	3,0
4	Станок токарно-винторезный 1К62	2795×1190	11
5	Станок копировально-шлифовальный 3А443	725×530	
6	Установка для просеивания Порошков модели 024	1600×820	
7	Печь термическая СНОД	1800×1800	
8	Установка струйной обработки 026-7 „Ремдеталь"	1800×1800	0,8 МПа
9	Установка для плазменной наплавки 05.12.351 „Ремдеталь"	2200×1800	
10	Станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г	2280×1965	
11	Станок точильно-шлифовальный 3Б634	925×650	
12	Ларь для обтирочного материала ОРГ-5133	1000×500	-
13	Ящик для песка ОРГ-5139	500×500	-

В соответствии с расчетной площадью участка и, исходя из принятых нормативов, принимаем ширину участка 9 м. Длину участка находим из соотношения: $$L_y = \frac{F_{уч}}{B},$$

(20)

где $F_{уч}$ - площадь участка,м^2

$$L_y = \frac{108}{9} = 12\,м$$

Окончательно принимаем ширину участка B = 9 м, длину L = 12 м.

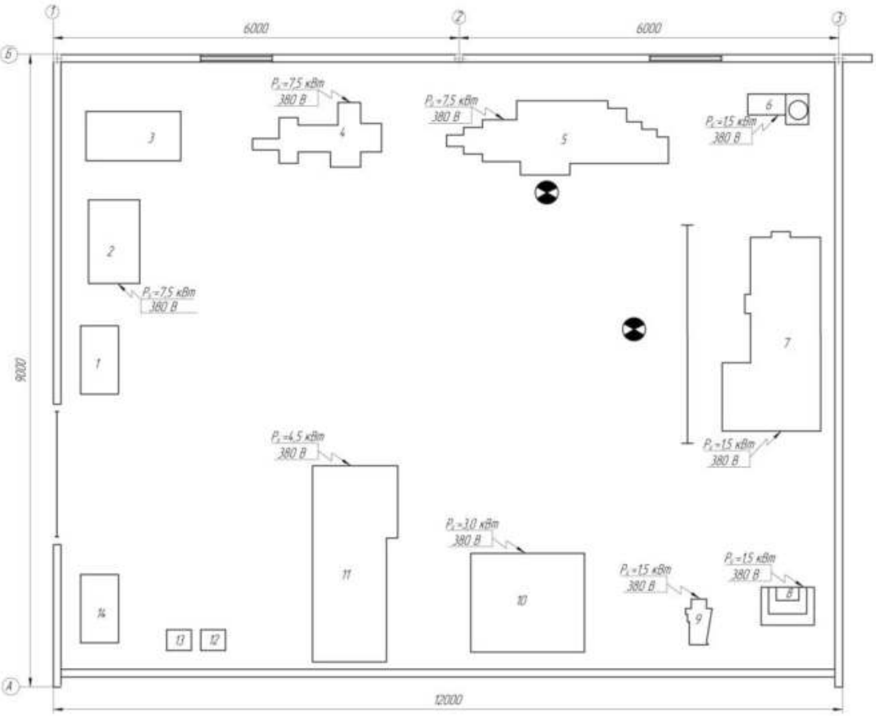

Рис. 1 Участок восстановления распределительных валов двигателей.

1 - стеллаж для хранения ремонтного фонда *ОРГ-1468-05*; 2 - моечная машина *ОМ-3600*; 3 - стол дефектовщика ОРГ-1468-01-090; 4 - станок токарно-винторезный *1К62*; 5 - станок копировально-шлифовальный *3А433*;

6 - пресс *ОКС-1671М*; 7 - установка для плазменной наплавки *05.12.351 «Ремдеталь»*; 8 - печь термическая *СНОД*; 9 - станок горизонтально-фрезерный *6Р82Г*; 10 - станок точильно- шлифовальный *3Б634*; 11 - установка для просеивания порошков *024*; 12 - ящик для песка *ОРГ-5139*;

13 - ларь для обтирочных материалов *ОРГ-5139*; 14 - стеллаж для хранения готовой продукции *ОРГ-1468-05*.

Выводы.

Предложенная реконструкция участка позволяет предприятию в короткие сроки с наименьшими потерями произвести перепрофилирование производства.

Данная методика расчета по реконструкции участка восстановления распределительных валов двигателей внутреннего сгорания, применительно и при расчете реконструкции других участков.

Conclusions.

The proposed reconstruction of the site allows the company to re-profile production in a short time with the least losses. This method of calculation for the reconstruction of the recovery section of the internal combustion engine camshafts, as applied to the calculation of the reconstruction of other sections.

Использованная литература.

1. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Определение состава подразделений мастерской для хозяйства Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 8 (146) г. Москва. 2020. с. 207-212.
2. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. 2000 г.
3. Ханников А.А. Автомеханик: техническое обслуживание и ремонт отечественных и зарубежных автомобилей/Авт.-сост. А. А. Ханников. - Минск: Соврем. шк., 2006.- 384с.
4. Расчет трудоемкости технического обслуживания и ремонта для предприятия Костанайской области. ж. Естественные и технические науки. № 8 (146) г. Москва. 2020. с. 207-212.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2001. с.864.
6. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Определение трудоемкости диагностирования автомобилей./ж. Естественные и технические науки. №12(138).М.: -2019. С. 74

СЕКЦИЯ №5.
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

СЕКЦИЯ №6.
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

СЕКЦИЯ №8.
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

СЕКЦИЯ №9.
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

СЕКЦИЯ №11.
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕХА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ПОЛОЖЕНИИ ШКУРОК

Перминова К.В., Койтова Ж.Ю., Вологдина Е.И.

СПГУПТД, РФ, Санкт-Петербург

При изготовлении изделий из натурального меха очень сложно предсказать, как оно будет выглядеть с учетом особенностей вида пушно-мехового полуфабриката, раскладки шкурок и использования сложных методов раскроя. Для этого необходим большой опыт работы команды профессионалов и изготовление опытных образцов для каждого изделия из конкретного вида меха. Особенно актуально это в отношении пушнины, так как рельеф волосяного покрова на всей площади шкурки имеет очень неоднородный характер и зонарную окраску.

Возможность предсказать и смоделировать внешний вид изделия дает изучение геометрических и цветовых характеристик шкурок. В процессе изучения лисицы серебристо-черной при различном положении шкурок на изделии построены графики продольных и поперечных сечений по основным топографическим участкам, отражающие реальный рельеф волосяного покрова на данных участках. На рисунке 1 представлены графики поперечного сечения на участке середины спины при горизонтальном положении шкурки, вертикальном положении головой вверх и вертикальном положении головой вниз. Линией А на графике показан рельеф волосяного покрова, полученный по координатам кончиков волос, при вертикальном расположении шкурки головой вниз; линией Б – рельеф шкурки при горизонтальном расположении на поверхности стола; линией В – рельеф волосяного покрова при вертикальном расположении шкурки головой вниз.

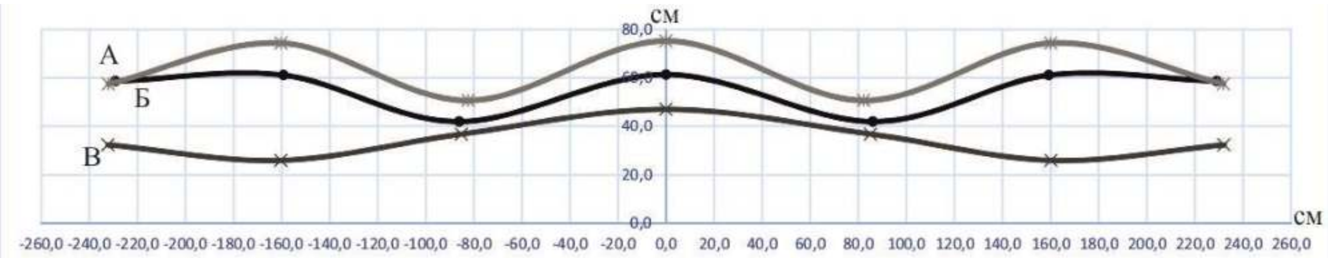

Рисунок 1 - График продольного сечения лисицы серебристо-черной на участке середины головы

А) Линия рельефа волосяного покрова при вертикальном расположении шкурки головой вниз. Б) Линия рельефа волосяного покрова при горизонтальном расположении шкурки. В) Линия рельефа волосяного покрова при вертикальном расположении шкурки головой вверх.

Увеличение высоты волосяного покрова при расположении шкурки вертикально головой вверх связано с увеличением угла наклона волоса относительно кожевой ткани, именно поэтому в таком положении высота волоса приближается к максимально возможному значению – его длине. Уменьшение высоты волосяного покрова и более плавный переход между различными топографическими участками по ширине шкурки при вертикальном расположении головой вверх обусловлены уменьшением угла наклона относительно кожевой ткани.

Исследование возможности визуализировать изменение внешнего вида готового изделия с учетом различного положения шкурок в изделии выполнено с использованием программы Clo3d. Эта программа позволяет проводить виртуальную примерку с использованием лекал, разработанных при помощи САПР, а так же изменять различные параметры волоса для более реалистичного воспроизведения.

На рисунке 2 представлена виртуальная примерка пальто из меха лисицы с длиной волоса 60 мм. Рисунок 2А, 2Б - при положении шкурки вертикально головой вверх, рисунок 2В, 2Г – при вертикальном положении головой вниз. На рисунках 2Б и 2В представлены крупный план визуализации опорной поверхности изделия в программе Clo3d.

Рисунок 2 – Виртуальная примерка пальто из меха с длиной волоса 60 мм

А) Вертикальное расположение шкурок головой вверх; Б) Вертикальное расположение шкурок головой вниз.

На рисунке 2 видно, как изменяется внешний вид одного и того же изделия при различном положении шкурок на изделии. Насколько увеличивается объем изделия с вертикальным положением головой вниз.

Значительно изменять характер поверхности и высоту волосяного покрова, цветовые характеристики изделия, и полезную площадь шкурки можно при помощи использования сложных методов раскроя. Наиболее интересно и эффектно на пушнине использование методов расшивки, роспуска, настрачивания, так они дают возможность получения мехового скроя с заданными характеристиками рельефа.

На рисунке 4 представлена визуализация изделия из меха лисицы с использованием сложных методов раскроя. Параметры расшивок, которые применялись для данной визуализации: расположение шкурки вертикальное головой вниз, длина волоса 60 мм, ширина меховой полоски 10 мм, ширина расшивочной полоски – 35 мм, материал расшивки – кожа, расшивки - поперечные.

Рисунок 4 – Визуализация изделия из меха с использованием сложных методов раскроя.

В результате визуализации в программе Clo3d на одних и тех же лекалах, с использованием одного и того же вида меха, представлены различные варианты изделий. Таким образом, можно проследить, как меняется объем, и визуальное восприятие изделия при изменении параметров раскроя. Именно поэтому информация, полученная при исследованиях геометрических и цветовых характеристик пушно-мехового полуфабриката позволяет не только прогнозировать рельеф волосяного покрова при различных расположениях шкурок лисицы серебристо-черной на изделии, но и визуализировать внешний вид будущего изделия.

1. Койтова Ж.Ю. Разработка новых методов оценки и исследование свойств пушно-меховых полуфабрикатов:. Дисс. … докт. техн. наук. - Санкт-Петербург: СПГУТД, 2004.

2. Перминова К.В., Койтова Ж.Ю. Исследование рельефа и цветовых характеристик на различных участках шкуры соболя, Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всероссийкой науч.-практ. конф. (г. Кострома, 4 апреля 2019 г.) / Костромской государственный университет; сост. И отв. Ред. Н.Н. Муравская. – Кострома: Изд-во Костром. Гос. Ун-та, 2019/ - С. 243-245.

3. Рассадина С.П. Разработка методов оценки и исследование геометрических и оптических свойств волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов: Дисс… канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2002.

4. Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю. Оценка рельефа волосяного покрова натурального меха // Директор. – 2003, №3. С.15...17.

СЕКЦИЯ №14.
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

СЕКЦИЯ №15.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

УДК: 621.313 362

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Молчан А. М., Гусейнов Р. Т., Некрасов В. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно- Уральский государственный аграрный университет», Троицк, Россия

Молчан Александр Михайлович Molchan Alexey Mikhailovich, аспирант butorin_chgau@list.ru, Гусейнов Руслан Тофикович Guseinov Ruslan Tofikovich, соискатель ruslan-ural8@mail.ru, Некрасов Виталий Александрович Nekrasov Vitaly Alexandrovich, аспирант vit74.

Аннотация. В статье представлен стенд для испытания элементов погружных электродвигателей в лабораторных условиях. Стенд позволяет имитировать реальные условия эксплуатации, задавать выбранную цикличность включения насоса и осуществлять контроль технического состояния обмотки и упорного подшипника погружных электродвигателей.

Ключевые слова: стенд, обмотка, упорный подшипниковый узел, погружной электродвигатель.

В сельскохозяйственном водоснабжении нашли широкое применение насосы с электродвигателем марки ПЭДВ (погружной электродвигатель водозаполненный) в качестве водоподъемников артезианских скважин. Широкое распространение, как в нашей стране, так и в ближнем зарубежье, получили погружные центробежные насосы марок ЭЦВ (электронасос центробежный водоподъемный) [1 – 24].

Трехфазный асинхронный электродвигатель водозаполненный погружной типа ПЭДВ состоит из обмотки статора, ротора, верхнего и нижнего подшипниковых щитов, упорного подшипника, днища и диафрагмы. Данный тип водоподъемников обладает рядом преимуществ по сравнению с другими видами насосного оборудования. К преимуществу электродвигателей марки ПЭДВ можно отнести их низкую стоимость по сравнению с импортными насосам, широкий диапазон по мощности и производительности [1, 2].

Водоснабжение является одной из тех областей науки и практики, которая имеет большое значение для народного хозяйства, связанное с бесперебойностью поставки воды и ее качеством [1, 3].

В опубликованной литературе недостаточно освещены вопросы описания испытательных стендов погружных насосов, которые выявляли динамику старения обмотки и износа деталей и сопряжений погружных электродвигателей, включая элементов упорного подшипникового узла [1 – 20].

Обмотка и подшипниковые узлы ПЭДВ являются важнейшими структурными элементами машины. Отказы ПЭДВ, как правило, происходят из-за отказов обмотки и упорного подшипникового узла. Эти узлы в основном ограничивают долговечность ПЭДВ[1 – 8].

Для решения задачи проведения ресурсных испытаний упорного подшипника погружного электродвигателя марки ПЭДВ нами был разработан испытательный стенд, имитирующий работу погружного электродвигателя марки ПЭДВ в обычной артезианской скважине [1].

Данная установка работает следующим образом (рисунок 1). Погружной электродвигатель 1 марки ПЭДВ помещен в рабочий бак 7. За включение ПЭДВ отвечает реле времени, которое обеспечивает цикличность его включения с периодом 3,1 мин. Вода от насоса перемещается далее по трубопроводу 8 на задвижку 3. В верхней части колена имеется резьбовое отверстие для установки манометра 5, который контролирует рабочий напор насосной установки. Далее вода передвигается на водомер 2 и снова перекачивается в рабочий бак 7, тем самым образуется замкнутый контур. Электропусковая и контрольная аппаратура, представляет собой пусковую станцию 4. В нее входят: автоматический выключатель, магнитный пускатель, реле времени, тепловое реле (предохраняющее электродвигатель от перегрузок). К контрольно - измерительным приборам относятся манометр и амперметр, по показаниям которых судят о работе агрегата. На показаниях амперметра отражаются возникновение витковых замыканий обмотки, добавочных механических потерь из-за износа подпятника электродвигателя, вынос вместе с водой механических примесей (песка, глины) и т. д. Для оценки продолжительности работы насосного агрегата используется реле времени. Пусковая станция с контрольными приборами может быть расположена на любом расстоянии от стенда, что удобно при групповом управлении насосными агрегатами. Регулятор 6 служит для создания необходимого испытательного напряжения, подаваемого на обмотку ПЭДВ [1, 3].

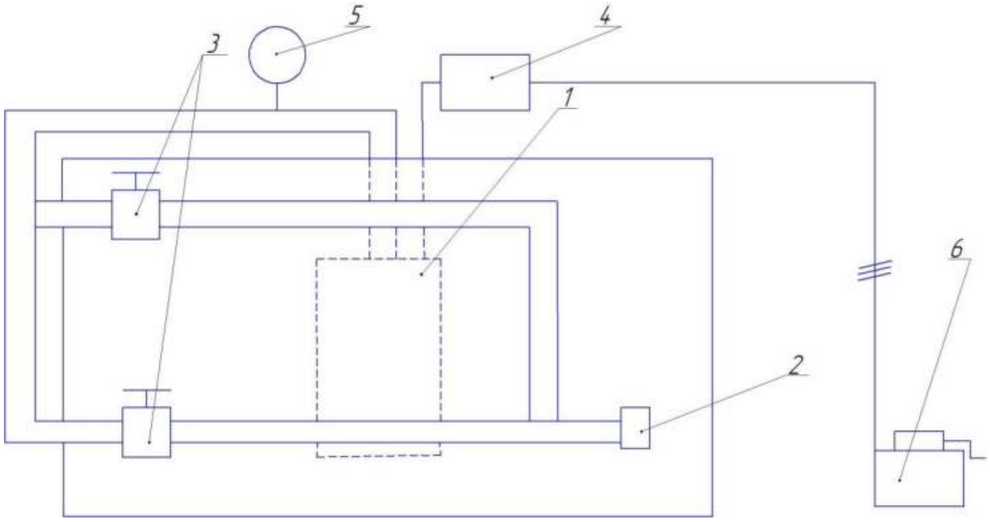

Рисунок 1 Схема испытательного стенда

1) насос с погружным электродвигателем; 2) расходомер; 3) задвижки; 4) щит с измерительными приборами; 5) манометр; 6) индукционный регулятор

Воспроизведение основных эксплуатационных факторов производится следующим образом. Условия работы имитируются при помощи задвижек количеством объема воды в баке, реле времени и индукционного регулятора, все это представлено на рисунке 2. Для поддержания эксплуатационного режима работы ПЭДВ разработана специальная схема управления. Число циклов включения и отключения соответствовали эксплуатационным значениям и составляли 19 циклов в час. Схема коммутации расположена в ящике управления стендом 4, общий вид стенда представлен на рисунке 2. Химический состав воды регулируется за счет применения различных скважинных вод, отличающихся друг от друга различными компонентами. Мелкий песок (механические примеси) можно регулировать при помощи добавления песка. На рисунке 3 представлен бак с наполненной водой при эксперименте [1, 2].

Рисунок 2 - Общий вид испытательного стенда

а б в

Рисунок 3 - Электрическая схема управления испытательного стенда

а) внешний вид; б) внутренний вид; в) эксплуатационная вода в баке

С целью исследования ресурса элементов погружного электродвигателя на кафедре ЭОЭТ разработаны устройства для контроля технического состояния обмотки и упорного подшипникового узла погружного электродвигателя безразборным способом [1, 7, 8].

Список литературы

1. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Разработка испытательного стенда для проведения ресурсных испытаний упорного подшипника погружного электродвигателя марки ПЭДВ. Вестник БГАУ 2014. № 2 (30). С. 64–68.

2. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Основные факторы, влияющие на ресурс подшипниковых узлов погружных электродвигателей. Материалы LIII международной научно технической конференции «Достижения науки-агропромышленному производству» Челябинск 2014 Ч. 3 С 241 – 246.

3. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Разработка электрической схемы для проведения ресурсных испытаний упорного подшипникового узла погружного электродвигателя. Вестник СГАУ им. Вавилова 2014 №3 С 46 – 49

4. Буторин В.А., Царев И.Б., Гусейнов Р.Т. Оценка ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1152-1156.

5. Буторин В.А., Царев И.Б., Гусейнов Р.Т. Теоретическое обоснование ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя. //АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1157-1160.

6. Буторин В.А., Саплин Л.А., Царев И.Б., Гусейнов Р.Т. Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей // АПК России. 2019. Т. 26. № 5 С. 801-805.

7. Устройство для определения износа упорного подшипникового узла погружного электродвигателя. Патент на полезную модель RU 160146 U1, 10.03.2016. Заявка № 2014147936/28 от 27.11.2014.

8. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Устройство для определения технического состояния подшипниковых узлов погружных электродвигателей. Патент на изобретение RU 2510655 C1, 10.04.2014. Заявка № 2012155858/07 от 21.12.2012.

9. Борисов Ю.С., Некрасов А.А., Марчевский С.В. Подшипники электродвигателей. Сельский механизатор. 2012. № 9. С. 28-29.

10. Аипов Р.С., Валишин Д.Е., Мухортова Е.И. Сравнительные характеристики скважинных центробежных насосов и плунжерных с линейным асинхронным электроприводом // Материалы IX международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Трушкина В.А.. 2018. С. 3-4.

11. Аипов Р.С., Валишин Д.Е. Исследование привода скважинного плунжерного насоса на базе ЦЛАД с неполнофазным режимом работы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (43). С. 43-49.

12. Аипов Р.С., Валишин Д.Е. Математическая модель линейного асинхронного привода плунжерного насоса с периодической коммутацией фазы источника трёхфазного напряжения // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. Т. 12. № 4. С. 13-20.

13. Аипов Р.С., Кафиев И.Р. Энергосбережение в водоснабжении применением электропривода с линейным асинхронным двигателем // Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках XIX специализированной выставки "Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование". 2015. С. 46-50.

14. Герасимова М.Н., Логинов А.Ю., Потапов В.В. Анализ неисправностей центробежных насосов теплоисточников ЗАО “БайкалЭнерго” // Вестник ИрГСХА. 2017. № 80. С. 78-82.

15. Герасимова М.Н., Логинов А.Ю. Оценка технического состояния центробежного насоса по комплексному показателю // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81-1. С. 96-102.

16. Логинов А.Ю., Прудников А.Ю. Описание процесса изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя с помощью динамического звена второго порядка // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81-2. С. 111-116.

17. Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю., Потапов В.В. Экспериментальная проверка способа диагностирования эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 11. С. 73-77.

18. Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю. Метод определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 68-72.

19. Прудников А.Ю., Боннет В.В., Логинов А.Ю. Математическая модель асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 6. С. 94-97.

20. Фомин М.Б., Петько В.Г., Фомина Л.Р., Соловьёв С.А. Процесс обледенения металлической водонапорной башни в системах водоснабжения объектов сельского хозяйства, выполненной по типу "бак-стойка" // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 129-132.

21. Гриценко А. В., Глемба К. В., Куков С. С. Методические приемы повышения точности диагностирования подшипников коленчатого вала // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 57. С. 51–56.

22. Гриценко А. В. Диагностирование подшипников кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания по параметрам пульсации давления в центральной масляной магистрали : дис. … канд. техн. наук / ЧГАУ. Челябинск, 2009.

23. Власов Д. Б., Гриценко А. В. Диагностирование электрических насосов автомобилей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4–1 (15–1). С. 176–180.

СЕКЦИЯ №16.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

СЕКЦИЯ №17.
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

СЕКЦИЯ №20.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

СЕКЦИЯ №21.
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

СЕКЦИЯ №22.
ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.20.01)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №23.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)

ТРЕХЗНАЧНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МАТРИЦЫ С ОДНИМ ВЫДЕЛЕННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ, АДЕКВАТНЫЕ ПАРАНЕПРОТИВОРЕЧИВЫМ ИМПЛИКАТИВНО-НЕГАТИВНЫМ РЕГУЛЯРНЫМ ЛОГИКАМ С КЛАССИЧЕСКОЙ ИМПЛИКАЦИЕЙ (ЧАСТЬ II)[1]

Попов В. М.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва

В предлагаемой статье продолжается исследование, начало которому положено в [3]. Это исследование - работа по поиску трехзначных логических матриц с одним выделенным значением, адекватных таким паранепротиворечивым импликативно-негативным логикам с классической импликацией, каждая из которых является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (то есть является $L_{\supset\neg}$-логикой, включающейся в классическую импликативно-негативную логику $\mathrm{Cl}_{\supset\neg}$). Все основное содержание статьи размещено в трех разделах (раздел первый, раздел второй и раздел третий). В первом разделе установлено: (1a) не существует такая операция f, что <M(0,0,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; (1b) не существует такая операция f, что <M(½,0,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; (1c) не существует такая операция f, что <M(0, ½,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; (1d) для всякой операции f из {¬(½, 1,1) , ¬(½, 1, ½), ¬(½, 1, 0), ¬(½, 0, ½)} верно, что <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией; Во втором разделе доказано: (2a) для всякой операции f из {¬(0, 1,1) , ¬(0, ½, 1), ¬(0, 0, 1), ¬(0, 0, ½)} верно, что <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией; (2b) для всякой операции f: если <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой, то f ∈ {¬(½, 1,1) , ¬(½, 1, ½), ¬(½, 1, 0), ¬(½, 0, ½), ¬(0, 1, 1), ¬(0, ½, 1), ¬(0, 0, 1), ¬(0, 0, ½)}; (2c) для всякой операции f: f ∈ {¬(½, 1,1) , ¬(½, 1, 0)} тогда и только тогда, когда <M(½,1,1,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией; (2d) не существует такая операция f, что <M(½,½,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; (2e) не существует такая операция f, что <M(1,0,0, ½),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; (2f) не существует такая операция f, что <M(½,1,0, ½),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой; В третьем разделе построено множество всех $L_{\supset\neg}$-матриц вида <{1,½,0},{1},g,f>, каждая из которых адекватна паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логике с классической импликацией.

Мы используем определения, соглашения и замечания из [1], [2], [3] и опираемся на полученные в этих работах результаты. Поэтому знакомство читателя этих строк с указанными работами более чем желательно.

[1] Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 19-011-00536 А

В работе [3] значение $L_{\supset\neg}$-формулы A при оценке v языка $L_{\supset\neg}$ в логической матрице K обозначается через $|A|^{K}_{v}$. Такой способ обозначения вызывает трудности при наборе текста. Поэтому мы используем в настоящей статье способ обозначения принятый в [1]: значение $L_{\supset\neg}$-формулы A при оценке v языка $L_{\supset\neg}$ в логической матрице K языка $L_{\supset\neg}$ обозначаем через $\varphi_K(<A,v>)$, а значение $L_{\supset}$-формулы B при оценке w языка $L_{\supset}$ в логической матрице N языка $L_{\supset}$ обозначаем через $\varphi_N(<B,w>)$. Здесь уместно вспомнить следующие замечания 1 и 2 из [1].

«Замечание 1. Можно доказать, что для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K существует единственное отображение (обозначаем его через φ) множества всех упорядоченных пар, каждая из которых имеет вид <A,w>, где A есть $L_{\supset\neg}$-формула и w есть оценка языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K, в носитель $L_{\supset\neg}$-матрицы K, выполняющее следующие два условия: (1) для всякой пропозициональной переменной q языка $L_{\supset\neg}$ и для всякой оценки v языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K верно, что $\varphi_K(<q,v>)=v(q)$, (2) для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A, для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы B и для всякой оценки v языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K $\varphi_K(<(A\supset B),v>)=(\varphi_K(<A,v>)g\ \varphi_K(<B,v>))$, где g есть операция $L_{\supset\neg}$-матрицы K».

«Замечание 2. Можно доказать, что для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K существует единственное отображение (обозначаем его через φ_K) множества всех упорядоченных пар, каждая из которых имеет вид <A,w>, где A есть $L_{\supset\neg}$-формула и w есть оценка языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K, в носитель $L_{\supset\neg}$-матрицы K, выполняющее следующие три условия: (1) для всякой пропозициональной переменной q языка $L_{\supset\neg}$ и для всякой оценки v языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K верно, что $\varphi_K(<q,v>)=v(q)$, (2) для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A, для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы B и для всякой оценки v языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K $\varphi_K(<(A\supset B),v>)=(\varphi_K(<A,v>)g\ \varphi_K(<B,v>))$, где g есть бинарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы K, (3) для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой оценки v языка $L_{\supset\neg}$ в $L_{\supset\neg}$-матрице K $\varphi_K(<(\neg A),v>)=f(\varphi_K(<A,v>))$, где f есть унарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы K».

Вспомним также, что

(i) $\supset_{Cl}$ и $\neg_{Cl}$ являются классической импликацией и классической негацией соответственно;

(ii) $\supset(x,y,z,t)$, где $x,y,z,t \in\{1, ½, 0\}$ есть бинарная операция на множестве {1, ½, 0}, удовлетворяющая условиям (1)-(6):

(1) для всякого r из {1, ½, 0} $(r\supset(x,y,z,t)1)=1$,

(2) для всякого r из {1, ½, 0} $(r\supset(x,y,z,t)r)=1$,

(3) $(1\supset(x,y,z,t)½)=x$,

(4) $(1\supset(x,y,z,t)0)=y$,

(5) $(½\supset(x,y,z,t)0)=z$,

(6) $(0\supset(x,y,z,t)½)=t$;

(iii) $\neg(x,y,z)$, где $x,y,z \in\{1, ½, 0\}$ есть унарная операция на множестве {1, ½, 0}, удовлетворяющая условиям (1)-(3):

(1) $\neg(x,y,z)(1)=x$,

(2) $\neg(x,y,z)(½)=y$,

(3) $\neg(x,y,z)(0)=z$;

(iv) $M(Cl_{\supset})=<\{0,1\},\{1\},\supset_{Cl}>$;

(v) $M(Cl_{\supset\neg})=<\{0,1\},\{1\},\supset_{Cl},\neg_{Cl}>$;

(vi) множество всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $M(Cl_{\supset})$, равно $Cl_{\supset}$;

(vii) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $M(Cl_{\supset\neg})$, равно $Cl_{\supset\neg}$;

(viii) для всяких x,y,z,t из{1, ½, 0} M(x,y,z,t)=<{1,½, 0},{1},⊃(x,y,z,t)>;

(ix) для всяких x,y,z,t из{1, ½, 0} и для всякой унарной операции f на множестве {1, ½, 0} <M(x,y,z,t),f>=<{1,½, 0},{1},⊃(x,y,z,t),f>;

(x) регулярной $L_{⊃¬}$-логикой называется такая $L_{⊃¬}$-логика, которая включается в $Cl_{⊃¬}$;

(xi) $L_⊃$-логикой с классической импликацией называется такая $L_⊃$-логика L, что для всякой $L_⊃$-формулы A верно: A ∈L тогда и только тогда, когда A∈$Cl_⊃$;

(xii) K называется $L_⊃$-матрицей, адекватной $L_⊃$-логике L, если L есть $L_⊃$-логика и K есть такая $L_⊃$-матрица, что множество всех $L_⊃$-формул, общезначимых в $L_⊃$-матрице K, равно L;

(xiii) K называется $L_{⊃¬}$-матрицей, адекватной $L_{⊃¬}$-логике L, если L есть $L_{⊃¬}$-логика и K есть такая $L_{⊃¬}$-матрица, что множество всех $L_{⊃¬}$-формул, общезначимых в $L_{⊃¬}$-матрице K, равно L.

С целью увеличения компактности изложения будем использовать следующее определение 1.

Определение 1. Называем v K-оценкой, если выполняется следующее: либо K есть $L_⊃$-матрица и v есть оценка языка $L_⊃$ в $L_⊃$-матрице K, либо K есть $L_{⊃¬}$-матрица и v есть оценка языка $L_{⊃¬}$ в $L_{⊃¬}$-матрице K.

Первый раздел.

Лемма 1. Не существует такая операция f, что <M(0,0,1,1),f> есть $L_{⊃¬}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{⊃¬}$-формул, общезначимых в этой $L_{⊃¬}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{⊃¬}$-логикой.

Доказательство леммы 1 проводим методом от противного.

(1) Существует такая операция f, что <M(0,0,1,1),f> есть $L_{⊃¬}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{⊃¬}$-формул, общезначимых в этой $L_{⊃¬}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{⊃¬}$-логикой (допущение).

Пусть

(2) f_0 есть такая операция, что что <M(0,0,1,1),f_0> есть $L_{⊃¬}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{⊃¬}$-формул, общезначимых в этой $L_{⊃¬}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{⊃¬}$-логикой.

Но тогда понятно, что верны следующие утверждения (3) и (4).

(3) f_0 есть такая операция на множестве {1,½,0}.

(4) Множество всех $L_{⊃¬}$-формул, общезначимых в $L_{⊃¬}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{⊃¬}$-логикой.

Нетрудно установить, что

(5) множество всех унарных операций на множестве {1,½,0} равно объединению следующих шести множеств:

(i) множество всех операций вида ¬(1,y,z), где y,z∈{1,½,0},

(ii) {¬(½, 1,1) , ¬(0, 1, 1), ¬(0, ½, 1), ¬(0, 0, 1)},

(iii) {¬(½, 1,½) , ¬(½, 1,0)},

(iv) {¬(½, ½,1) , ¬(½, ½, ½), ¬(½, ½, 0), ¬(½, 0, 1), ¬(½, 0, ½), ¬(½, 0, 0), ¬(0, 1, ½), ¬(0, 1, 0)},

(v) {¬(0,½,½) , ¬(0, ½, 0), ¬(0, 0, ½), ¬(0, 0, 0)}.

Опираясь на утверждения (3) и (5), получаем, что

(6) f_0 принадлежит множеству всех операций вида $\neg(1,y,z)$, где $y,z \in \{1,½,0\}$, или
$f_0 \in \{\neg(½, 1,1), \neg(0, 1, 1), \neg(0, ½, 1), \neg(0, 0, 1)\}$, или
$f_0 \in \{\neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0)\}$, или
$f_0 \in \{\neg(½, ½,1), \neg(½, ½, ½), \neg(½, ½, 0), \neg(½, 0, 1), \neg(½, 0, ½), \neg(½, 0, 0), \neg(0, 1, ½), \neg(0, 1, 0)\}$, или
$f_0 \in \{\neg(0,½,½), \neg(0, ½, 0), \neg(0, 0, ½), \neg(0, 0, 0)\}$.

Прервем доказательство леммы 1 и сделаем следующие замечания 1-5, в справедливости которых можно убедиться, применив табличную процедуру проверки общезначимости пропозициональных формул в конечных логических матрицах, и учитывая тот очевидный факт, что для любой $L_{\supset\neg}$-матрицы K вида <M(0,0,1,1),f> множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$.

Замечание 1. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрице K вида <M(0,0,1,1),$\neg(1,y,z)$>, где $y,z \in \{1,½,0\}$, верно, что $(\neg(p_1 \supset p_1))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $(\neg(p_1 \supset p_1))$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 2. Если K∈{<M(0,0,1,1),$\neg(½, 1,1)$>,<M(0,0,1,1),$\neg(0, 1,1)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,½, 1)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,0,1)$>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$, а для всяких $L_{\supset\neg}$-формул A и B $((\neg A) \supset (A \supset B))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

Замечание 3. Если K ∈{<M(0,0,1,1),$\neg(½, 1,½)$>,<M(0,0,1,1),$\neg(½, 1,0)$>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg((p_1 \supset p_1) \supset (\neg(p_1 \supset p_1)))) \supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg((p_1 \supset p_1) \supset (\neg(p_1 \supset p_1)))) \supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 4. Если K ∈{<M(0,0,1,1),$\neg(½, ½,1)$>,<M(0,0,1,1),$\neg(½, ½,½)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(½, ½,0)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(½,0,1)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(½, 0, ½)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(½, 0,0)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,1,½)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,1,0)$>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg(\neg(p_1 \supset p_1))) \supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg(\neg(p_1 \supset p_1))) \supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 5. Если K ∈{<M(0,0,1,1),$\neg(0, ½, ½)$>,<M(0,0,1,1),$\neg(0, ½,0)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,0, ½)$>, <M(0,0,1,1),$\neg(0,0,0)$>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg p_1) \supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg p_1) \supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в M($Cl_{\supset\neg}$).

Продолжим доказательство леммы 1.

В свете замечания 1 ясно, что

(7) если f_0 есть $\neg(1,y,z)$ (где $y,z \in \{1,½,0\}$), то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не включается в $Cl_{\supset\neg}$.

Но тогда

(8) если f_0 есть $\neg(1,y,z)$ (где $y,z \in \{1,½,0\}$), то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(9) если f_0 есть $\neg(1,y,z)$ (где $y,z \in \{1,½,0\}$), то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (8)).

В свете замечания 2 ясно, что

(10) если $f_0 \in \{\neg(½, 1,1), \neg(0, 1, 1), \neg(0, ½, 1), \neg(0, 0, 1)\}$, то <M(0,0,1,1),$f_0$> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$, а для всяких $L_{\supset\neg}$-формул A и B $((\neg A)\supset(A\supset B))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

Используя метод доказательства от противного, легко доказать, что

(11)для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$, а для всяких $L_{\supset\neg}$-формул A и B $((\neg A)\supset(A\supset B))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K, то то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, не является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

(12)Если $f_0 \in \{\neg(½, 1,1), \neg(0, 1, 1), \neg(0, ½, 1), \neg(0, 0, 1)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой (из (10) и (11)).

(13)Если $f_0 \in \{\neg(½, 1,1), \neg(0, 1, 1), \neg(0, ½, 1), \neg(0, 0, 1)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (12)).

В свете замечания 3 ясно, что

(14)если $f_0 \in \{\neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не включается в в $Cl_{\supset\neg}$.

Но тогда

(15)если $f_0 \in \{\neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(16)Если $f_0 \in \{\neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (15)).

В свете замечания 4 ясно, что

(17)если $f_0 \in \{\neg(½, ½,1), \neg(½, ½, ½), \neg(½, ½, 0), \neg(½, 0, 1), \neg(½, 0, ½), \neg(½, 0, 0), \neg(0, 1, ½), \neg(0, 1, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не включается в в $Cl_{\supset\neg}$.

Но тогда

(18)если $f_0 \in \{\neg(½, ½,1), \neg(½, ½, ½), \neg(½, ½, 0), \neg(½, 0, 1), \neg(½, 0, ½), \neg(½, 0, 0), \neg(0, 1, ½), \neg(0, 1, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(19)если $f_0 \in \{\neg(½, ½,1), \neg(½, ½, ½), \neg(½, ½, 0), \neg(½, 0, 1), \neg(½, 0, ½), \neg(½, 0, 0), \neg(0, 1, ½), \neg(0, 1, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (18)).

В свете замечания 5 ясно, что

(20)если $f_0 \in \{\neg(0,½,½), \neg(0, ½, 0), \neg(0, 0, ½), \neg(0, 0, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не включается в в $Cl_{\supset\neg}$.

Но тогда

(21)если $f_0 \in \{\neg(0,½,½), \neg(0, ½, 0), \neg(0, 0, ½), \neg(0, 0, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(22)Если $f_0 \in \{\neg(0,½,½), \neg(0, ½, 0), \neg(0, 0, ½), \neg(0, 0, 0)\}$, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (21)).

(23)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),f_0>, не является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (6), (9), (13), (16), (19) и (22)).

Утверждение (23) противоречит утверждению (4). Следовательно, неверно допущение (1). Но тогда верна лемма 1.

Лемма 1 доказана.

Лемма 2. Не существует такая операция f, что <M(½,0,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Используя приведенные ниже замечания 6-9, можно построить доказательство леммы 2, аналогичное предложенному доказательству леммы 1.

Замечание 6. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрице K вида <M(½,0,1,1),$\neg$(1,y,z)>, где $y,z \in \{1,½,0\}$, верно, что $(\neg(p_1\supset p_1))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $(\neg(p_1\supset p_1))$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 7. Если K $\in$ {<M(½,0,1,1),$\neg$(½, 1,1)>,<M(½,0,1,1),$\neg$(½, 1,½)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(½, 1,0)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(0,1, 1)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(0,½,1)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(0,0,1)>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$, а для всяких $L_{\supset\neg}$-формул A и B $((\neg A)\supset(A\supset B))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

Замечание 8. Если K $\in$ {<M(½,0,1,1),$\neg$(0,1,½)>,<M(½,0,1,1),$\neg$(0, 1,0)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(½, ½,1)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(½,½,½)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(½,½,0)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(½,0,1)>,<M(½,0,1,1),$\neg$(½,0,½)>,<M(½,0,1,1),$\neg$(½,0,0)>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 9. Если K $\in$ {<M(½,0,1,1),$\neg$(0, ½, ½)>,<M(½,0,1,1),$\neg$(0, ½,0)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(0,0, ½)>, <M(½,0,1,1),$\neg$(0,0,0)>}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg p_1)\supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg p_1)\supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

В справедливости замечаний 6-9 нетрудно убедиться, применив табличную процедуру проверки общезначимости пропозициональных формул в конечных логических матрицах, и учитывая тот очевидный факт, что для любой $L_{\supset\neg}$-матрицы K вида <M(½,0,1,1), f> множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$.

Лемма 3. Не существует такая операция f, что <M(0,½,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Используя приведенные ниже замечания 10-14, можно построить доказательство леммы 2, аналогичное предложенному доказательству леммы 1.

Замечание 10. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрице K вида <M(0,½,1,1),$\neg$(1,y,z)>, где $y,z \in \{1,½,0\}$, верно, что $(\neg(p_1\supset p_1))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $(\neg(p_1\supset p_1))$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 11. Если K $\in$\{<M(0,½,1,1),$\neg$(½, 1,1)>, <M(0,½,1,1),$\neg$(0,1, 1)>\}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$, а для всяких $L_{\supset\neg}$-формул A и B $((\neg A)\supset(A\supset B))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

Замечание 12. Если K $\in$\{<M(0,½,1,1),$\neg$(½, 1,½)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½, 1,0)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(0,½, 1)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(0,0,1)>\}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg((p_1\supset p_1)\supset(\neg(p_1\supset p_1))))\supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg((p_1\supset p_1)\supset(\neg(p_1\supset p_1))))\supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 13. Если K $\in$\{<M(0,½,1,1),$\neg$(½, ½,1)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½,½,½)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½,½,0)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½,0,1)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½,0,½)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(½,0,0)>, <M(0,½,1,1),$\neg$(0,1,½)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(0, 1,0)>, <M(0,½,1,1),$\neg$(0,½,½)>, <M(0,½,1,1),$\neg$(0,½,0)>\}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Замечание 14. Если K $\in$\{<M(0,½,1,1),$\neg$(0, 0, ½)>,<M(0,½,1,1),$\neg$(0, 0,0)>\}, то K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg p_1)\supset p_1)$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице K; при этом $((\neg p_1)\supset p_1)$ не есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

В том, что замечания 10-14 верны, убеждаемся используя табличную процедуру проверки общезначимости пропозициональных формул в конечных логических матрицах, и учитывая тот очевидный факт, что для любой $L_{\supset\neg}$-матрицы K вида <M(0,½,1,1), f> множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$.

Соглашение 1. Обозначаем через **N** $L_{\supset\neg}$-матрицу <M(½,0,0,½), $\neg$(½, 1,1)>.

Соглашение 2. Обозначаем через **O** $L_{\supset\neg}$-матрицу <M(½,0,0,½), $\neg$(½, 1,½)>.

Соглашение 3. Обозначаем через **P** $L_{\supset\neg}$-матрицу <M(½,0,0,½), $\neg$(½, 1,0)>.

Соглашение 4. Обозначаем через **Q** $L_{\supset\neg}$-матрицу <M(½,0,0,½), $\neg$(½, 0,½)>.

Определение 2. Называем 1-½-оценкой отображение множества всех пропозициональных переменных языка $L_{\supset\neg}$ в множество \{1,½\}.

Замечание 15. Всякая 1-½-оценка является **N**-оценкой, **O**-оценкой, **P**-оценкой и **Q**-оценкой.

Соглашение 5. Обозначаем через **n** отображение \{<1,1>,<½,0>\} множества \{1,½\} на множество \{1,0\}.

Соглашение 6. Обозначаем через **q** отображение \{<1,1>,<½,0>,<0,1>\} множества \{1,½,0\} на множество \{1,0\}.

Определение 3. Называем **n**-напарником 1-½-оценки v множество всех упорядоченных пар, каждая из которых имеет вид <A,**n**(v(A))>, где A есть пропозициональная переменная языка $L_{\supset\neg}$.

Замечание 16. Для всякой 1-½-оценки существует единственный **n**-напарник этой оценки.

Соглашение 7. Обозначаем **n**-напарника 1-½-оценки v через **n**[v].

Определение 4. Называем **q**-напарником 1-½-оценки v множество всех упорядоченных пар, каждая из которых имеет вид <A,**q**(v(A))>, где A есть пропозициональная переменная языка $L_{\supset\neg}$.

Замечание 17. Для всякой **Q**-оценки v существует единственный **q**-напарник этой **Q**-оценки.

Соглашение 8. Обозначаем **q**-напарника **Q**-оценки v через **q**[v].

Лемма 4. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой 1-½-оценки v верно, что **n**(φ_N(<A,v>))=$\varphi_{M(Cl\supset\neg)}$(<A,**n**[v]>).

Лемма 4 доказана методом индукции по построению $L_{\supset\neg}$-формулы.

Применяя метод доказательства от противного и используя лемму 4, можно доказать следующую лемму 5.

Лемма 5. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: если для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{N}}(<A,v>)=1$, то A есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Лемма 6. Всякая $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(½,0,0,½),\neg(½, 1,1)>$, является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Докажем лемму 6.

(1) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(½,0,0,½),\neg(½, 1,1)>$ (допущение).

Разумеется, что тогда

(2) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**.

Ясно, что

(3) для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: если A есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**, то для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{N}}(<A,v>)=1$.

(4) Для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{N}}(<A_0,v>)=1$ (из (2) и (3)).

(5) Если для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{N}}(<A_0,v>)=1$, то A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$ (из (1), по лемме 6).

(6) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$ (из (4) и (5)).

Снимая допущение (1) и обобщая, завершаем доказательство леммы 6.

Лемма 6 доказана.

Лемма 7. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой 1-½-оценки v верно, что $\mathbf{n}(\varphi_{\mathbf{O}}(<A,v>))=\varphi_{M(Cl\supset\neg)}(<A,\mathbf{n}[v]>)$.

Лемма 7 доказана методом индукции по построению $L_{\supset\neg}$-формулы.

Применяя метод доказательства от противного и используя лемму 7, можно доказать следующую лемму 8.

Лемма 8. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: если для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{O}}(<A,v>)=1$, то A есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Лемма 9. Всякая $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(½,0,0,½),\neg(½, 1,½)>$, является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Для леммы 9 можно предложить опирающееся на лемму 8 доказательство, аналогичное построенному выше доказательству леммы 6.

Лемма 10. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой 1-½-оценки v верно, что $\mathbf{n}(\varphi_{\mathbf{P}}(<A,v>))=\varphi_{M(Cl\supset\neg)}(<A,\mathbf{n}[v]>)$.

Лемма 10 доказана методом индукции по построению $L_{\supset\neg}$-формулы.

Применяя метод доказательства от противного и используя лемму 10, можно доказать следующую лемму 11.

Лемма 11. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: если для всякой 1-½-оценки v $\varphi_{\mathbf{P}}(<A,v>)=1$, то A есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Лемма 12. Всякая $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(½,0,0,½),\neg(½, 1,0)>$, является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Для леммы 12 можно предложить опирающееся на лемму 11 доказательство, аналогичное построенному выше доказательству леммы 6.

Лемма 13. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой 1-½-оценки v верно, что $\mathbf{q}(\varphi_{\mathbf{Q}}(<A,v>))=\varphi_{M(Cl\supset\neg)}(<A,\mathbf{q}[v]>)$.

Лемма 13 доказана методом индукции по построению $L_{\supset\neg}$-формулы.

Применяя метод доказательства от противного и используя лемму 13, можно доказать следующую лемму 14.

Лемма 14. Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: если для всякой **Q**-оценки v $\varphi_{\mathbf{Q}}(<A,v>) \in \{1,0\}$, то A есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Лемма 15. Всякая $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬ (½, 0,½)>, является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Докажем лемму 15.

(1) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)> (допущение).

Понятно, что

(2) всякая $L_{\supset\neg}$-формула A, общезначимая в <M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>, такова, что для всякой **Q**-оценки v $\varphi_{\mathbf{Q}}(<A,v>) \in \{1,0\}$.

(3) Для всякой **Q**-оценки v $\varphi_{\mathbf{Q}}(<A,v>) \in \{1,0\}$ (из (1) и (2)).

Из утверждения (3) получаем по лемме 14, что

(4) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице M($Cl_{\supset\neg}$).

Снимая допущение (1) и обобщая, убеждаемся в справедливости леммы 15.

Лемма 15 доказана.

В свете лемм 6, 9, 12, 15 и утверждения (vii) ясно, что справедлива следующая лемма 16.

Лемма 16. Для всякой операции f из {¬ (½, 1,1) , ¬ (½, 1, ½), ¬ (½, 1, 0), ¬ (½, 0, ½)} верно, что <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, включается в $Cl_{\supset\neg}$.

Ввиду утверждения 1 из [3] верна следующая лемма 17.

Лемма 17. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K верно, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила пропозициональный подстановки в $L_{\supset\neg}$.

Очевидна справедливость следующей леммы 18.

Лемма 18. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K вида <M(½,0,0,½),f> верно, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$.

Вспомним, что $L_{\supset\neg}$-логикой называется (см. например [3]) множество $L_{\supset\neg}$-формул, замкнутое относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$ и относительно правила пропозициональный подстановки в $L_{\supset\neg}$.

Опираясь на леммы 17 и 18 и на определение $L_{\supset\neg}$-логики, делаем вывод, что имеет место следующая лемма 19.

Лемма 19. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K вида <M(½,0,0,½),f> верно, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является $L_{\supset\neg}$-логикой.

Соглашение 9. Обозначаем через Tr(**N**) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**.

Соглашение 10. Обозначаем через Tr(**O**) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **O**.

Соглашение 11. Обозначаем через Tr(**P**) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **P**.

Соглашение 12. Обозначаем через Tr(**Q**) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **Q**.

Ясно, что существует единственное отображение множества всех пропозициональных переменных языка $L_{\supset\neg}$ в в множество {0}. Обозначаем это отображение через **0**. Разумеется, **0** является K-оценкой для любой

$L_{\supset\neg}$-матрицы K, носителю которой принадлежит 0 (в частности, **0** есть **N**-оценка, **O**-оценка, **P**-оценка и **Q**-оценка).

Лемма 20. Tr(**N**) является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

Докажем лемму 20.

Опираясь на соглашение 1, на соглашение 9 и на лемму 19, получаем, что

(1) Tr(**N**) есть $L_{\supset\neg}$-логика.

Очевидно, что

(2) существует единственное множество X $L_{\supset\neg}$-формул, удовлетворяющее условию: для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A верно, что A ∈X тогда и только тогда, когда $\varphi_{\mathbf{N}}(<A,\mathbf{0}>) \in\{1,½\}$.

Условимся, что

(3) $T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ есть множество всех таких $L_{\supset\neg}$-формул A, что $\varphi_{\mathbf{N}}(<A,\mathbf{0}>) \in\{1,½\}$.

Ясно, что

(4) Tr(**N**) ⊆ $T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$.

(5) Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A и для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы B: если A ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ и (A⊃B) ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$, то B ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$.

Докажем утверждение (5).

(5.1) $A_{\mathbf{0}}$ есть $L_{\supset\neg}$-формула (допущение).

(5.2) $B_{\mathbf{0}}$ есть $L_{\supset\neg}$-формула (допущение).

(5.3) $A_{\mathbf{0}}$ ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ и ($A_{\mathbf{0}}$ ⊃$B_{\mathbf{0}}$) ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ (допущение).

(5.4) $A_{\mathbf{0}}$ ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ (из (5.3)).

(5.5) ($A_{\mathbf{0}}$ ⊃$B_{\mathbf{0}}$) ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ (из (5.3)).

(5.6) $\varphi_{\mathbf{N}}(<A_{\mathbf{0}},\mathbf{0}>) \in\{1,½\}$ (из (3) и (5.4)).

(5.7) $\varphi_{\mathbf{N}}(<(A_{\mathbf{0}} \supset B_{\mathbf{0}}), \mathbf{0}>) \in\{1,½\}$ (из (3) и (5.5)).

Опираясь на то, что **N** есть $L_{\supset\neg}$-матрица <{1,½,0},{1},⊃(½,0,0,½), ¬ (½, 1,1)>, а также на то, что **0** есть **N**-оценка, и на замечание 2 из [1] (это замечание приведено в начале настоящей статьи), получаем, что

(5.8) $\varphi_{\mathbf{N}}(<(A_{\mathbf{0}} \supset B_{\mathbf{0}}), \mathbf{0}>)=(\varphi_{\mathbf{N}}(<A_{\mathbf{0}}, \mathbf{0}>)\supset(½,0,0,½)\varphi_{\mathbf{N}}(<B_{\mathbf{0}}, \mathbf{0}>))$.

(5.9) $(\varphi_{\mathbf{N}}(<A_{\mathbf{0}}, \mathbf{0}>)\supset(½,0,0,½)\varphi_{\mathbf{N}}(<B_{\mathbf{0}}, \mathbf{0}>)) \in\{1,½\}$ (из (5.7) и (5.8)).

Используя таблицу, определяющую операцию ⊃(½,0,0,½), убеждаемся, проведя рассуждение разбором случаев, что

(5.10) для всякого x из {1,½,0} и для всякого y из {1,½,0} верно следующее: если x ∈{1,½} и (x⊃(½,0,0,½)y) ∈{1,½}, то y ∈{1,½}.

(5.11) $\varphi_{\mathbf{N}}(<B_{\mathbf{0}},\mathbf{0}>) \in\{1,½\}$ (из (5.6), (5.9) и (5.10)).

(5.12) $B_{\mathbf{0}}$ ∈$T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ (из (3) и (5.11)).

Снимая допущения (5.1), (5.2), (5.3) и обобщая, завершаем доказательство утверждения (5).

Утверждение (5) доказано.

Опираясь на утверждения (3) и (5), получаем, что

(6) $T_{\mathbf{0}}^{\mathbf{N}}$ есть множество $L_{\supset\neg}$-формул, замкнутое относительно правила modus ponens в $L_{\supset\neg}$.

Легко видеть, что

(7) $\varphi_{\mathbf{N}}(<(p_1\supset p_1),\mathbf{0}>)=1$ и $\varphi_{\mathbf{N}}(<(\neg(p_1\supset p_1)),\mathbf{0}>)=½$.

Опираясь на утверждения (3) и (7), делаем вывод, что

(8) $(p_1 \supset p_1) \in T_0^N$ и $(\neg(p_1 \supset p_1)) \in T_0^N$.

Поскольку **0** есть **N**-оценка, отображающая множество всех пропозициональных переменных языка $L_{\supset\neg}$ в {0}, верно, что

(9) $\mathbf{0}(p_1)=0$.

Ясно, что

(10)$\varphi_N(<p_1,\mathbf{0}>)=\mathbf{0}(p_1)$.

(11)$\varphi_N(<p_1,\mathbf{0}>)=0$ (из (9) и (10)).

Опираясь на утверждения (3) и (11), получаем, что

$p_1 \notin T_0^N$.

Опираясь на утверждения (1), (4), (6), (8), (12) и на данные в [3] определение теории $L_{\supset\neg}$-логики и определение паранепротиворечивой теории $L_{\supset\neg}$-логики, получаем, что

(13)T_0^N есть паранепротиворечивая теория $L_{\supset\neg}$-логики Tr(**N**).

(14)Существует паранепротиворечивая теория $L_{\supset\neg}$-логики Tr(**N**) (из (13)).

(15)Tr(**N**) является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой (из (14), по определению 6 из [3]).

Лемма 20 доказана.

Для нижеследующих лемм 21, 22 и 23 можно построить доказательства, аналогичные данному выше доказательству леммы 20.

Лемма 21. Tr(**O**) является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

Лемма 22. Tr(**P**) является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

Лемма 23. Tr(**Q**) является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

Можно доказать следующую простую лемму 24.

Лемма 24. Для всякой $L_{\supset}$-матрицы K и для всякой унарной операции f, определенной на носителе $L_{\supset\neg}$-матрицы K, верно следующее: <K,f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <K,f>, равно множеству всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset}$-матрице K.

Опираясь на теорему 1 из [2] и используя определения, приходим к тому, что имеет место сформулированная ниже лемма 25.

Лемма 25. Множество всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset}$-матрице M(½,0,0,½), равно $Cl_{\supset}$.

В свете лемм 24 и 25 и того факта, что множество {1,½,0} есть носитель $L_{\supset}$-матрицы M(½,0,0,½), ясно, что имеет место следующая лемма 26.

Лемма 26. Для всякой унарной операции f на множестве {1,½,0} верно следующее: <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),f>, равно $Cl_{\supset}$.

Лемма 27. Tr(**N**) является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Докажем лемму 27.

Опираясь на лемму 26, на соглашение 1 и на тот факт, что ¬ (½, 1,1) есть унарная операция на множестве {1,½,0}, получаем, что

(1) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**, равно $Cl_{\supset}$.

(2) A_0 есть $L_{\supset}$-формула (допущение).

(3) $A_0 \in$Tr(**N**) (допущение).

(4) A_0 принадлежит множеству всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N** (из (3), по соглашению 9).

(5) A_0 есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в $L_{\supset\neg}$-матрице **N** (из (2) и (4)).

(6) $A_0 \in Cl_{\supset}$ (из (1) и (5)).

Снимая допущение (3), получаем, что

(7) если $A_0 \in Tr(\mathbf{N})$, то $A_0 \in Cl_{\supset}$.

(8) $A_0 \in Cl_{\supset}$ (допущение).

(9) A_0 принадлежит множеству всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N** (из (1) и (8)).

Очевидно, что

(10)Множество всех $L_{\supset}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**, включается в множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N**.

(11)A_0 принадлежит множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице **N** (из (9) и (10)).

(12)$A_0 \in Tr(\mathbf{N})$ (из (11), по соглашению 9).

Снимая допущение (8), получаем, что

(13)если $A_0 \in Cl_{\supset}$, то $A_0 \in Tr(\mathbf{N})$.

(14)$A_0 \in Tr(\mathbf{N})$ тогда и только тогда, когда $A_0 \in Cl_{\supset}$ (из (7) и (13)).

Снимая допущение (1) и обобщая, получаем, что

(15)для всякой $L_{\supset}$-формулы A: $A \in Tr(\mathbf{N})$ тогда и только тогда, когда $A \in Cl_{\supset}$.

Используя лемму (21) и определение паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логики (последнее дано, например, в [3]), получаем, что

(16)$Tr(\mathbf{N})$ есть $L_{\supset\neg}$-логика.

Опираясь на утверждения (15) и (16) и используя определение (xi), получаем, что

(17)$Tr(\mathbf{N})$ есть $L_{\supset\neg}$-логика с классической импликацией.

Лемма 27 доказана.

Можно построить доказательства нижеследующих лемм 28, 29 и 30, аналогичные данному выше доказательству леммы 27.

Лемма 28. $Tr(\mathbf{O})$ является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Лемма 29. $Tr(\mathbf{P})$ является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Лемма 30. $Tr(\mathbf{Q})$ является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Опираясь на леммы 20-23, на соглашения 1-4 и на соглашения 9-12, приходим к выводу, что имеет место следующая лемма 31.

Лемма 31. Для всякой операции f из $\{\neg(½, 1,1), \neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0), \neg(½, 0,½)\}$ верно, что $<M(½,0,0,½),f>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой.

Опираясь на леммы 27-30, на соглашения 1-4 и на соглашения 9-12, приходим к выводу, что имеет место следующая лемма 32.

Лемма 32. Для всякой операции f из $\{\neg(½, 1,1), \neg(½, 1,½), \neg(½, 1,0), \neg(½, 0,½)\}$ верно, что $<M(½,0,0,½),f>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Опираясь на леммы 16, 31, 32 и используя определение (x), получаем, что имеет место следующая лемма 33.

Лемма 33. Для всякой операции f из {¬(½, 1,1), ¬(½, 1,½), ¬(½, 1,0),¬(½, 0,½)} верно, что <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Второй раздел.

Определение 2. I есть изоморфизм $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1 на $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2, если I есть взаимно-однозначное отображение носителя m_1 $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1 на носитель m_2 $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2, удовлетворяющее следующим трем условиям: (1) I отображает выделенное множество $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1 на выделенное множество $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2, (2) для всякого x из m_1 и для всякого y из m_1 $I((xg_1y))=(I(x)g_2I(y))$, где g_1 есть бинарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1, а g_2 есть бинарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2, (3) для всякого x из m_1 $I(f_1(x))= f_2(I(x))$, где f_1 есть унарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1, а f_2 есть унарная операция $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2.

Определение 6. $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_2 , если существует изоморфизм $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1 на $L_{\supset\neg}$-матрицу M_2.

Можно доказать, что верны следующие замечания 18 и 19.

Замечание 18. Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы M_1, для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы M_2 и для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы M_3:

(a) $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_2;

(b) если $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_2 , то $L_{\supset\neg}$-матрица M_2 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_1;

(c) если $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_2 , а $L_{\supset\neg}$-матрица M_2 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_3, то $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_3.

Замечание 19. Если $L_{\supset\neg}$-матрица M_1 изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице M_2 , то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M_1, равно множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M_2.

Следуя соглашению 5 из [1], делаем следующее замечание 20.

Замечание 20. s есть отображение множества {1, ½ ,0} на себя, определяемое таблицей

s	1	½	0
	1	0	½.

Используя отображение s, нетрудно убедиться в справедливости следующих лемм 34-37.

Лемма 34. $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,0,0,½),¬(½, 1,1)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬(0, 1,1)>.

Лемма 35. $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,0,0,½),¬(½, 1,½)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬(0, 0,1)>.

Лемма 36. $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,0,0,½),¬(½, 1,0)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬(0, ½,1)>.

Лемма 37. $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,0,0,½),¬(½, 0,½)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),¬(0, 0,½)>.

Опираясь на лемму 33, на замечание 19 и на леммы 34-37, получаем, что верна следующая лемма 38.

Лемма 38. Для всякой операции f из {¬(0, 1,1),¬(0, ½,1), ¬(0,0,1), ¬(0,0,½)} верно, что <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Лемма 39. Для всякой операции f: если <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой, то f ∈{¬(½,1,1),¬(½,1,½), ¬(½,1,0), ¬(½,0,½),¬(0,1,1), ¬(0,½,1), ¬(0,0,1), ¬(0,0,½)}.

Докажем лемму 39 методом от противного.

(1) Неверно, что для всякой операции f: если <M(½,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной

$L_{\supset\neg}$-логикой, то $f \in \{\neg(½,1,1), \neg(½,1,½), \neg(½,1,0), \neg(½,0,½), \neg(0,1,1), \neg(0,½,1), \neg(0,0,1), \neg(0,0,½)\}$ (допущение).

(2) Существует операция f, для которой верно следующее: $f \notin \{\neg(½,1,1), \neg(½,1,½), \neg(½,1,0), \neg(½,0,½), \neg(0,1,1), \neg(0,½,1), \neg(0,0,1), \neg(0,0,½)\}$ и $\langle M(½,0,0,½),f\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (1)).

Пусть

(3) f_0 есть операция, которая не принадлежит множеству $\{\neg(½,1,1), \neg(½,1,½), \neg(½,1,0), \neg(½,0,½), \neg(0,1,1), \neg(0,½,1), \neg(0,0,1), \neg(0,0,½)\}$, а $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Опираясь на (3), получаем, что

(4) $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(5) $f_0 \notin \{\neg(½,1,1), \neg(½,1,½), \neg(½,1,0), \neg(½,0,½), \neg(0,1,1), \neg(0,½,1), \neg(0,0,1), \neg(0,0,½)\}$ (из (3)).

(6) $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть $L_{\supset\neg}$-матрица (из (4)).

Но тогда

(7) $f_0 = \neg(x,y,z)$ для некоторых x,y,z из $\{1,½,0\}$.

Опираясь на утверждения (5) и (7), нетрудно установить, что

(8) f_0 принадлежит множеству всех операций вида $\neg(1,y,z)$, где y,z из $\{1,½,0\}$, или $f_0 \in \{\neg(½,½,1), \neg(½,½,½), \neg(½,½,0), \neg(0,1,0), \neg(0,½,0), \neg(0,0,0)\}$, или $f_0 \in \{\neg(½,0,1)\}$, или $f_0 \in \{\neg(½,0,0), \neg(0,½,½)\}$, или $f_0 \in \{\neg(0,1,½)\}$.

Ранее отмечалось, что верны следующие утверждения (9) и (10).

(9) Если f_0 принадлежит множеству всех операций вида $\neg(1,y,z)$ (где y,z из $\{1,½,0\}$), то $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $(\neg(p_1 \supset p_1))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

(10) $(\neg(p_1 \supset p_1))$ не является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Опираясь на утверждения (9), (10), (vii) и используя определение (x), получаем, что

(11) если f_0 принадлежит множеству всех операций вида $\neg(1,y,z)$ (где y,z из $\{1,½,0\}$), то $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Легко проверить, что верны следующие утверждения (12) и (13).

(12) Если $f_0 \in \{\neg(½,½,1), \neg(½,½,½), \neg(½,½,0), \neg(0,1,0), \neg(0,½,0), \neg(0,0,0)\}$, то $\langle M(½,0,0,½),f_0\rangle$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg(\neg(p_1 \supset p_1))) \supset (\neg(p_1 \supset p_1)))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

(13) $((\neg(\neg(p_1 \supset p_1))) \supset (\neg(p_1 \supset p_1)))$ не является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Опираясь на утверждения (12), (13), (vii) и используя определение (x), получаем, что

(14)если $f_0 \in\{\neg(½,½,1),\neg(½,½,½),\neg(½,½,0),\neg(0,1,0),\neg(0,½,0),\neg(0,0,0)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Легко проверить, что верны следующие утверждения (15) и (16).

(15)Если $f_0 \in\{\neg(½,0,1)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((p_1\supset p_1)\supset(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1))))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

(16)$((p_1\supset p_1)\supset(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1))))$ не является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Опираясь на утверждения (15), (16), (vii) и используя определение (x), получаем, что

(17)если $f_0 \in\{\neg(½,0,1)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Нетрудно проверить, что верны следующие утверждения (18) и (19).

(18)Если $f_0 \in\{\neg(½,0,0),\neg(0,½,½)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1))))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

(19)$((\neg(\neg(p_1\supset p_1)))\supset(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1)))))$ не является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Опираясь на утверждения (18), (19), (vii) и используя определение (x), получаем, что

(20)если $f_0 \in\{\neg(½,0,0),\neg(0,½,½)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Легко убедиться в справедливости следующих утверждений (21) и (22).

(21)Если $f_0 \in\{\neg(0,1,½)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что $(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1))))$ есть $L_{\supset\neg}$-формула, общезначимая в этой $L_{\supset\neg}$-матрице.

(22)$(\neg(\neg(\neg(p_1\supset p_1))))$ не является $L_{\supset\neg}$-формулой, общезначимой в $L_{\supset\neg}$-матрице $M(Cl_{\supset\neg})$.

Опираясь на утверждения (21), (22), (vii) и используя определение (x), получаем, что

(23)если $f_0 \in\{\neg(0,1,½)\}$, то $<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(24)$<M(½,0,0,½),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (8), (11), (14), (17), (20) и (23)).

Утверждения (24) несовместимо с утверждением (4). Следовательно, неверно допущение (1). Но тогда верна лемма 39.

Лемма 39 доказана.

Учитывая, что $M(1,0,0,1)=<\{1,½,0\},\{1\},\supset(1,0,0,1)>$, $M(½,1,1,½)=<\{1,½,0\},\{1\},\supset(½,1,1,½)>$, $M(½,½,1,1)=<\{1,½,0\},\{1\},\supset(½,½,1,1)>$ и $M(0,0,1,1)=<\{1,½,0\},\{1\},\supset(0,0,1,1)>$, нетрудно проверить, что верны следующие замечания 21-23.

Замечание 21. Для всяких x,y,z из $\{1,½,0\}$ s есть изоморфизм $L_{\supset\neg}$-матрицы $<M(1,0,0,1),\neg(x,y,z)>$ на $L_{\supset\neg}$-матрицу $<M(½,1,1,½),\neg(s(x),s(z),s(y))>$.

Замечание 22. Для всяких x,y,z из $\{1,½,0\}$ s есть изоморфизм $L_{\supset\neg}$-матрицы $<M(½,1,1,½),\neg(x,y,z)>$ на $L_{\supset\neg}$-матрицу $<M(1,0,0,1),\neg(s(x),s(z),s(y))>$.

Замечание 23. Для всяких x,y,z из $\{1,½,0\}$ s есть изоморфизм $L_{\supset\neg}$-матрицы $<M(½,½,1,1),\neg(x,y,z)>$ на $L_{\supset\neg}$-матрицу $<M(0,0,1,1),\neg(s(x),s(z),s(y))>$.

Опираясь на замечания 21-23 и применяя определение 3, убеждаемся в справедливости следующих лемм 40-42.

Лемма 40. Для всяких x,y,z из {1,½,0} $L_{\supset\neg}$-матрица <M(1,0,0,1),¬(x,y,z)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,1,1,½),¬(s(x),s(z), s(y))>.

Лемма 41. Для всяких x,y,z из {1,½,0} $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,½,1,1),¬(x,y,z)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),¬(s(x),s(z), s(y))>.

Лемма 42. Для всяких x,y,z из {1,½,0} $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,1,0,½),¬(x,y,z)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0, ½),¬(s(x),s(z), s(y))>.

Лемма 43. Для всякой операции f: если <M(½,1,1,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией, то f∈{¬(½,1,1),¬(½,1,0)}.

Докажем лемму 43.

(1) f_0 есть операция (допущение).

(2) <M(½,1,1,½),f_0 > есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (допущение).

(3) <M(½,1,1,½),f_0 > есть $L_{\supset\neg}$-матрица (из (2)).

В свете утверждения (3) ясно, что

(4) f_0 есть унарная операция на множестве {1,½,0}.

Очевидно, что тогда

(5) существуют такие x, y и z из {1,½,0}, что f_0=¬(x,y,z).

Пусть

(6) $x_0,y_0,z_0 \in$ {1,½,0} и f_0=¬(x_0,y_0,z_0).

(7) $x_0,y_0,z_0 \in$ {1,½,0} (из (6)).

(8) f_0=¬(x_0,y_0,z_0) (из (6)).

Опираясь на утверждение (8), получаем, что

(9) <M(½,1,1,½),f_0 >=<M(½,1,1,½),¬(x_0,y_0,z_0) >.

(10) $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,1,1,½),¬(x_0,y_0,z_0) > изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(s(x_0),s(z_0), s(y_0))> (из (7), по лемме 40).

(11) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,1,1,½),¬(x_0,y_0,z_0) >, равно множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(s(x_0),s(z_0), s(y_0))> (из (10), по замечанию 19).

(12) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(s(x_0),s(z_0), s(y_0))> является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (2) и (11)).

В силу результатов, полученных в [3], верно, что

(13) для всякой операции f: <M(1,0,0,1),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией тогда и только тогда, когда f∈{¬(0,1,1),¬(0,½,1)}.

Ясно, что

(14)$\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0))$ есть операция.

(15)$<M(1,0,0,1),\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0))>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией тогда и только тогда, когда $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) \in\{\neg(0,1,1),\neg(0,½,1)\}$.

Опираясь на утверждения (12) и (15), делаем вывод, что

(16) $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) \in\{\neg(0,1,1),\neg(0,½,1)\}$.

(17) $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) = \neg(0,1,1)$ или $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) = \neg(0,½,1)$ (из (16)).

(18) $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) = \neg(0,1,1)$ (допущение).

В свете допущения (18) ясно, что

(19)$s(x_0)=0$, $s(z_0)=1$ и $s(y_0)=1$.

Опираясь на утверждение (19) и на табличное определение отображения s, получаем, что

(20)$x_0=½$, $z_0=1$ и $y_0=1$.

(21)$f_0=\neg(½,1,1)$ (из (8) и (20)).

Снимая допущение (18), получаем, что

(22)если $\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))=\neg(0,1,1)$, то $f_0=\neg(½,1,1)$.

(23)$\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))=\neg(0,½,1)$ (допущение).

В свете допущения (23) ясно, что

(24)$s(x_0)=0$, $s(z_0)=½$ и $s(y_0)=1$.

Опираясь на утверждение (24) и на табличное определение отображения s, получаем, что

(25)$x_0=0$, $z_0=½$ и $y_0=1$.

(26)$f_0=\neg(½,1,0)$ (из (8) и (25)).

Снимая допущение (23), получаем, что

(27)если $\neg(s(x_0),s(z_0), s(y_0)) = \neg(0,½,1)$, то $f_0 = \neg(½,1,0)$.

(28)$f_0 = \neg(½,1,1)$ или $f_0 = \neg(½,1,0)$ (из (17), (22) и (27)).

(29)$f_0\in\{\neg(½,1,1),\neg(½,1,0)\}$ (из (28)).

Снимая допущения (2) и (1) и обобщая, завершаем доказательство леммы 43.

Лемма 43 доказана.

Лемма 44. Для всякой операции $f \in\{\neg(½,1,1),\neg(½,1,0)\}$ верно, что $<M(½,1,1,½),f>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Докажем лемму 44.

(1) f_0 есть операция (допущение).

(2) $f_0\in\{\neg(½,1,1),\neg(½,1,0)\}$ (допущение).

(3) $f_0 = \neg(½,1,1)$ или $f_0 = \neg(½,1,0)$ (из (2)).

(4) $f_0 = \neg(½,1,1)$ (допущение).

Опираясь на лемму 40 и учитывая, что 1 и ½ принадлежат множеству $\{1,½,0\}$, получаем, что

(5) $L_{\supset\neg}$-матрица $<M(½,1,1,½),\neg(½,1,1)>$ изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(1,0,0,1),\neg(s(½),s(1),s(1))>$.

Используя табличное определение отображения s, получаем, что

(6) $s(½)=0$ и $s(1)=1$.

(7) $L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,1,1,½),¬(½,1,1)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,1,1)> (из (5) и (6)).

(8) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>, равно множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,1,1)> (из (7), по замечанию 19).

В силу результатов, полученных в [3], верно, что

(9) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,1,1)>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(10)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (8) и (9)).

(11)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (4) и (10)).

Снимая допущение (4), получаем, что

(12)если f_0 = ¬(½,1,1), то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(13)f_0 = ¬(½,1,0) (допущение).

Опираясь на лемму 40 и учитывая, что 1 и ½ принадлежат множеству {1,½,0}, получаем, что

(14)$L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,1,1,½),¬(½,1,0)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(s(½),s(0),s(1))>.

Используя табличное определение отображения s, получаем, что

(15)s(½)=0, s(0)=½ и s(1)=1.

(16)$L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,1,1,½),¬(½,1,0)> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,½,1)> (из (14) и (15)).

(17)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,1,1,½),¬(½,1,0)>, равно множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,½,1)> (из (16), по замечанию 19).

В силу результатов, полученных в [3], верно, что

(18) множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,1),¬(0,½,1)>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(19)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),¬(½,1,0)>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (17) и (18)).

(20)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (13) и (19)).

Снимая допущение (13), получаем, что

(21)если f_0=¬(½,1,0), то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(22)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (3), (12) и (21)).

Снимая допущения (2) и (1) и обобщая, завершаем доказательство леммы 44.

Лемма 44 доказана.

Простым следствием лемм 43 и 44 является следующая лемма 45.

Лемма 45. Для всякой операции f: f $\in\{\neg(½,1,1),\neg(½,1,0)\}$ тогда и только тогда, когда <M(½,1,1,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Лемма 46. Не существует такая операция f, что <M(½,½,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Доказательство леммы 46 проводим методом от противного.

(1) Существует такая операция f, что <M(½,½,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (допущение).

Пусть

(2) f_0 есть такая операция f, что <M(½,½,1,1),f_0> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

(3) f_0 есть такая операция f, что <M(½,½,1,1),f_0> есть $L_{\supset\neg}$-матрица (из (2)).

(4) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,½,1,1),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (2)).

В свете утверждения (3) ясно, что

(5) существуют такие x,y,z из {1,½,0}, что $f_0 = \neg(x,y,z)$.

Пусть

(6) $x_0,y_0,z_0 \in\{1,½,0\}$ и $f_0=\neg(x_0,y_0,z_0)$.

(7) $x_0,y_0,z_0 \in\{1,½,0\}$ (из (6)).

(8) $f_0=\neg(x_0,y_0,z_0)$ (из (6)).

(9) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,½,1,1),$\neg(x_0,y_0,z_0)$>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (4) и (8)).

(10)$L_{\supset\neg}$-матрица <M(½,½,1,1),$\neg(x_0,y_0,z_0)$> изоморфна $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),$\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))$> (из (7), по лемме 41).

(11)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,½,1,1),$\neg(x_0,y_0,z_0)$>, равно множеству всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),$\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))$> (из (10), по замечанию 19).

(12)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(0,0,1,1),$\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))$>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (9) и (11)).

Очевидно, что (13)$\neg(s(x_0),s(z_0),s(y_0))$ является операцией.

(14)Существует такая операция f, что <M(0,0,1,1),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (12) и (13)).

Утверждение (14) противоречит лемме 1. Следовательно, неверно допущение (1). Но тогда верна лемма 46.

Лемма 46 доказана.

Лемма 47. Не существует такая операция f, что <M(1,0,0,½),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Лемму 47 легко доказать, опираясь на следующую теорему 2 из [1]: для всякой унарной операции f на множестве {1,½,0} упорядоченная пара <M(1,0,0,½),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,½),f>, не является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Лемма 48. Не существует такой операции f, что <M(½,1,0,½),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Можно построить доказательство леммы 48, которое аналогично содержащему применение леммы 41 и применение леммы 1 доказательству леммы 46, но которое (доказательство леммы 48) не содержит применения леммы 41 и применения леммы 1, а содержит применение леммы 42 и применение леммы 47.

Третий раздел.

Лемма 49. Если K ∈{<M(1,0,0,,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>}, то K есть $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Докажем лемму 49.

(1) K ∈{<M(1,0,0,,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>} (допущение).

Опираясь на утверждения (1), (ii), (iii), (ix) и на определение 2 из [1], получаем, что

(2) K есть $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}.

(3) K ∈{<M(1,0,0,,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>}, или
K ∈{<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>}, или
K ∈{<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>} (из (1)).

Опираясь на результаты, полученные в [3], делаем вывод, что

(4) для всякой операции f: f ∈{¬ (0,1,1),¬ (0,½,1)} тогда и только тогда, когда <M(1,0,0,,1),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Ввиду утверждения (4) очевидно, что

(5) если K ∈{<M(1,0,0,,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>}, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Опираясь па лемму 45 получаем, что

(6) если K ∈{<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>}, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Ввиду лемм 33 и 38 очевидно, что

(7) если K ∈{<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>}, то множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(8) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (3), (5), (6) и (7)).

Снимая допущение (1), завершаем доказательство леммы 49.

Лемма 49 доказана.

Лемма 50. Если K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией, то K ∈{<M(1,0,0,,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>}.

Докажем лемму 50.

(1) K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (допущение).

(2) K есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1} (из (1)).

(3) Существуют такие бинарные операции g на {1,½,0} и унарная операция f на {1,½,0}, что K=<{1,½,0},{1},g,f> (из (2), по определению 2 из [1]).

Пусть

(4) g_0 есть бинарная операция на {1,½,0}, f_0 есть унарная операция на {1,½,0}, K=<{1,½,0},{1},g_0,f_0>.

(5) K=<{1,½,0},{1},g_0,f_0> (из (4)).

(6) f_0 есть унарная операция на {1,½,0} (из (4)).

(7) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (1)).

(8) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <{1,½,0},{1},g_0,f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (5) и (7)).

(9) Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <{1,½,0},{1},g_0,f_0>, является $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (8)).

(10)Для всякой $L_{\supset}$-формулы A: A принадлежит множеству $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<\{1,½,0\},\{1\},g_0,f_0>$, тогда и только тогда, когда A $\in Cl_{\supset}$ (из (9), по определению (xi) $L_{\supset\neg}$-логики с классической импликацией).

Можно доказать следующее утверждение (11).

(11)Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: A принадлежит множеству $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<\{1,½,0\},\{1\},g_0,f_0>$, тогда и только тогда, когда A принадлежит множеству $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$.

(12)Для всякой $L_{\supset\neg}$-формулы A: A принадлежит множеству $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$, тогда и только тогда, когда A $\in Cl_{\supset}$ (из (10) и (11)).

Опираясь на утверждение (12), определение (xii) и на тот факт, что $Cl_{\supset}$ есть $L_{\supset}$-логика, получаем, что

(13)$<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$ есть $L_{\supset}$-матрица, адекватная $L_{\supset}$-логике $Cl_{\supset}$.

Следующее утверждение (14) является теоремой 1 из [2].

(14)Для всякой $L_{\supset\neg}$-матрицы K, носитель которой есть {1,½,0} и выделенное множество которой есть {1}, верно следующее: K есть $L_{\supset}$-матрица, адекватная $L_{\supset}$-логике $Cl_{\supset}$ тогда и только тогда, когда K принадлежит множеству {M(1,0,0,1), M(1,0,0,½), M(½,1,1,½), M(½,1,0,½), M(½,½,1,1),M(½,0,1,1),M(½,0,0,½),M(0,½,1,1),M(0,0,1,1)}.

В свете утверждений (13) и (14) понятно, что

(15)$<\{1,½,0\},\{1\},g_0>\in$ {M(1,0,0,1), M(1,0,0,½), M(½,1,1,½), M(½,1,0,½), M(½,½,1,1), M(½,0,1,1), M(½,0,0,½), M(0,½,1,1), M(0,0,1,1)}.

(16)$<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(1,0,0,1), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(1,0,0,½), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(½,1,1,½), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(½,1,0,½), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(½,½,1,1), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(½,0,1,1), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(½,0,0,½), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(0,½,1,1), или $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(0,0,1,1)} (из (15)).

Ясно, что

(17)$<\{1,½,0\},\{1\},g_0,f_0>=<<\{1,½,0\},\{1\},g_0>,f_0>$.

(18)$K=<<\{1,½,0\},\{1\},g_0>,f_0>$ (из (5) и (17)).

(19)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<\{1,½,0\},\{1\},g_0>,f_0>$, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (7) и (18)).

(20)$<\{1,½,0\},\{1\},g_0>$=M(1,0,0,1) (допущение).

(21)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице $<M(1,0,0,1),f_0>$, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (19) и (20)).

Опираясь на результаты, полученные в [3], делаем вывод, что

(22)для всякой операции f: f $\in\{\neg(0,1,1),\neg(0,½,1)\}$: <M(1,0,0,1),f> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

(23)$f_0\in\{\neg(0,1,1),\neg(0,½,1)\}$ тогда и только тогда, когда $<M(1,0,0,1),f_0>$ есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (6) и (22)).

Учитывая, что $<M(1,0,0,1),f_0>$ есть $L_{\supset\neg}$-матрица, и опираясь на утверждения (21) и (23), получаем, что

(24)$f_0\in\{\neg(0,1,1),\neg(0,½,1)$.

(25)$K=<M(1,0,0,1),f_0>$ (из (18) и (20)).

Ввиду утверждений (24) и (25) ясно, что

(26)K∈{<M(1,0,0,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>}.

Снимая допущение (20), получаем, что

(27)если <{1,½,0},{1},g_0>=M(1,0,0,1), то K∈{<M(1,0,0,1),¬ (0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬ (0,½,1)>}.

(28)<{1,½,0},{1},g_0>=M(½,1,1,½) (допущение).

(29)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,1,1,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (19) и (28)).

(30)f_0 ∈{¬ (½,1,1),¬ (½,1,0)} тогда и только тогда, когда <M(½,1,1,½),f_0> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (6), по лемме 45).

Учитывая, что <M(½,1,1,½),f_0> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, и опираясь на утверждения (29) и (30), получаем, что

(31)f_0 ∈{¬ (½,1,1),¬ (½,1,0).

(32)K=<M(½,1,1,½),f_0> (из (18) и (28)).

Ввиду утверждений (31) и (32) ясно, что

(33)K∈{<M(½,1,1,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>}.

Снимая допущение (28), получаем, что

(34)если <{1,½,0},{1},g_0>=M(½,1,1,½), то K∈{<M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬ (½,1,0)>}.

(35)<{1,½,0},{1},g_0>=M(½,0,0,½) (допущение).

(36)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(½,0,0,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (19) и (35)).

(37)Если <M(½,0,0,½),f_0> есть такая $L_{\supset\neg}$-матрица, что множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой, то f_0 ∈{¬ (½,1,1),¬ (½,1,½), ¬ (½,1,0),¬ (½,0,½),¬ (0,1,1),¬ (0,½,1),¬ (0,0,1),¬ (0,0,½)} (из (6), по лемме 39).

Учитывая, что <M(½,0,0,½),f_0> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, и опираясь на утверждения (36) и (37), получаем, что

(38)f_0 ∈{¬ (½,1,1),¬ (½,1,½), ¬ (½,1,0),¬ (½,0,½),¬ (0,1,1),¬ (0,½,1),¬ (0,0,1),¬ (0,0,½)}.

(39)K=<M(½,0,0,½),f_0> (из (18) и (35)).

Ввиду утверждений (38) и (39) ясно, что

(40)K∈{<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½), ¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>}.

Снимая допущение (35), получаем, что

(41)если <{1,½,0},{1},g_0>=M(½,0,0,½), то K∈{<M(½,0,0,½),¬ (½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,1,½)>,<M(½,0,0,½), ¬ (½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬ (½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬ (0,0,½)>}.

(42)<{1,½,0},{1},g_0>=M(1,0,0,½) (допущение).

(43)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,½),f_0>, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией (из (19) и (42)).

Опираясь на утверждение (43), получаем, что

(44)Множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице <M(1,0,0,½),f_0>, является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой.

Разумеется, что

(45) <M(1,0,0,½),f_0> есть $L_{\supset\neg}$-матрица.

(46)Существует такая операция f, что <M(1,0,0,½),f> есть $L_{\supset\neg}$-матрица, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в этой $L_{\supset\neg}$-матрице, является регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой (из (6), (44) и (45)).

Утверждение (46) противоречит лемме 47. Следовательно, неверно допущение (42). Но тогда верно следующее утверждение (47).

(47)<{1,½,0},{1},g_0>≠M(1,0,0,½).

Можно убедиться в справедливости нижеследующих утверждений.

(48)<{1,½,0},{1},g_0>≠M(½,1,0,½).

(49(<{1,½,0},{1},g_0>≠M(½,½,1,1).

(50)<{1,½,0},{1},g_0>≠M(½,0,1,1).

(51)<{1,½,0},{1},g_0>≠M(0,½,1,1).

(52)<{1,½,0},{1},g_0>≠M(0,0,1,1).

(53)<{1,½,0},{1},g_0>=M(1,0,0,1), или <{1,½,0},{1},g_0>=M(½,1,1,½), или <{1,½,0},{1},g_0>=M(½,0,0,½) (из (16), (47), (48), (49), (50), (51), (52)).

(54)K∈{<M(1,0,0,1),¬(0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬(0,½,1)>}, или K ∈{<M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬(½,1,0)>}, или K ∈{<M(½,0,0,½),¬(½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(½,1,½)>,<M(½,0,0,½), ¬(½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬(½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬(0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,½)>} (из (27), (34), (41), (53)).

Снимая допущение (1), завершаем доказательство леммы 50.

Лемма 50 доказана.

Простым следствием лемм 49 и 50 является теорема 1.

Теорема 1. K∈{<M(1,0,0,1),¬(0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬(0,½,1)>, <M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬(½,1,0)>, <M(½,0,0,½),¬(½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(½,1,½)>,<M(½,0,0,½), ¬(½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬(½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬(0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,½)>} тогда и только тогда, когда K есть $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, удовлетворяющая условию: множество всех $L_{\supset\neg}$-формул, общезначимых в $L_{\supset\neg}$-матрице K, является паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логикой с классической импликацией.

Опираясь на теорему 1 и используя определение (xii), приходим к выводу, что справедлива следующая теорема 2.

Теорема 2. K∈{<M(1,0,0,1),¬(0,1,1)>,<M(1,0,0,1),¬(0,½,1)>, <M(½,1,1,½),¬(½,1,1)>,<M(½,1,1,½),¬(½,1,0)>, <M(½,0,0,½),¬(½,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(½,1,½)>,<M(½,0,0,½), ¬(½,1,0)>,<M(½,0,0,½),¬(½,0,½)>,<M(½,0,0,½),¬(0,1,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,½,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,1)>,<M(½,0,0,½),¬(0,0,½)>} тогда и только тогда, когда K есть $L_{\supset\neg}$-матрица с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, адекватная паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логике с классической импликацией.

Итак, построено множество всех $L_{\supset\neg}$-матриц с носителем {1,½,0} и с выделенным множеством {1}, каждая из которых адекватна паранепротиворечивой регулярной $L_{\supset\neg}$-логике с классической импликацией.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 19-011-00536 А

Литература.
[1] Попов В. М. К проблеме расширения матричной семантики, адекватной классической импликативной логике, до матричной семантики, адекватной классической импликативно-негативной логике // Логико-философские штудии, т. 17, № 1. 2019. С. 1–31.
[2] Попов В. М. Трехзначные логические матрицы с одним выделенным значением, адекватной классической импликативной логике // Логико-философские штудии, т. 17, № 2. 2019. С. 142–193.
[3] Попов В. М. Трехзначные логические матрицы с одним выделенным значением, адекватные паранепротиворечивым импликативно-негативным регулярным логикам с классической импликацией // Сборник научных трудов по итогам международной научно практической конференции. № 6. г. Красноярск. - НН: ИЦ РОН, 2019. С.13-20 (статья размещена в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)

СЕКЦИЯ №24.
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ У ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ *MEDICAGO SATIVA* L. В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Сотникова Ю.М., Григориади А.С., Сигова К.М., Фархутдинов Р.Г.

ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Уфа

Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических поллютантов, основанная на использовании объединенного метаболического потенциала микроорганизмов и растений. Использование биопрепаратов, предназначенных для стимулирования роста растений и защиты их от болезней, может улучшить эффективность фиторемедиационных мероприятия. Для проведения работ в этом направлении необходим подбор растений, устойчивых к нефтяному стрессу [4]. В литературе достаточно широко освещено влияние нефтяного загрязнения на растительность, как в полевых, так и в лабораторных условиях. Изучение механизмов и последствий влияния нефти на растительность и транслокацию в них нефтяных углеводородов важно не только для экосистем, но и для человека, поскольку растения накапливают ароматические углеводороды, в том числе мутагенные и канцерогенные [1]. Целью данного исследования являлся анализ физиолого-биохимических параметров растения-фиторемедианта *Medicago sativa* L. в условиях нефтяного загрязнения.

Половину просеянной серой лесной почвы после взвешивания распределили по индивидуальным сосудам, другую половину почвы автоклавировали в течение часа при 1 атм. давлении, после чего так же распределили с указанием веса. Обрабатывали почву загрязнителем в расчете на сухую воздушную массу почвы: 1% нефтью, 3% нефтью, 4% нефтью, 6% нефтью, 8% нефтью, 9% нефтью, моторным маслом, дизельным топливом, сырой нефтью, нефтешламмом и товарной нефтью. Через 3 дня производили посев растения *Medicago sativa* L. и обработку препаратами «Елена» и «Азолен» (производитель «Биомедхим», Уфа). Препараты вносили в виде суспензии из расчета 30 мл/кг почвы (титр микроорганизмов биопрепарата 10^6 КОЕ/мл). В качестве контроля использовали почву без добавления препарата. Навеску листьев взвешивали, протирали в ступке с добавлением углекислого кальция и 96%-ного спирта из расчета 0,05 г листьев на 10 мл спирта, затем полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр. Оптические характеристики экстрактов пигментов регистрировали с помощью СФ-2000 [3].

Результаты опыта показали, что стерильность почвы влияет на содержание пигментов в растительном материале: в автоклавированной почве соотношение хлорофилла а и б, а также каротиноидов ниже соотношения в почве без автоклавирования примерно в 1,29 раз. Кроме того, применение биопрепарата «Елена», если сравнивать варианты опыта контроля с добавлением данного препарата и его отсутствие, показало повышение содержание пигментов в наземной части объекта в случае со стерильным контролем в 1,72 раза. По всей видимости, происходит некоторое восстановление первоначальных симбиотических отношений, потому как значение содержания в данном варианте близко к значению варианта обычного контроля с растением. Однако, в варианте «контроль + люцерна + Елена» наблюдается небольшое снижение в 1,1 раза соотношения пигментов по сравнению с вариантом «контроль + люцерна». Скорее всего, данный процесс обусловлен основой биопрепарата и содержанием изначальных бактерий в исходном состоянии почвы, происходит некоторая конкуренция штаммов и как следствие снижение интенсивности работы фотосинтетического аппарата.

Исходя из результатов, можно сделать следующий вывод: в серой лесной почве присутствуют нефтедеструкторы, поскольку в варианте «почва + нефть 9% + люцерна + Елена» значения больше в 1,6 раз, чем в варианте «стерильная почва + нефть 9% + люцерна + Елена». При концентрациях нефти 1% и 3% препарат «Азален» проявил себя лучше, чем биопрепарат «Елена» в 0,95 раз. Однако при концентрации загрязнителя 6% «Елена» оказалась всё же эффективнее в 1,5 раза [2].

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» // http://www.minpriroda.cap.ru/news /2018/01/09/gosudarstvennij-doklad-o-sostoyanii-i-ob-ohrane-ok
2. Григориади А.С. Влияние биопрепарата “Елена” на численность микроорганизмов в нефтезагрязненной почве и на содержание пигментов в листьях растения фиторемедианта *Medicago Sativa* L. / А.С. Григориади, Ю.М. Сотникова, Д.А. Антонов, И.Ф. Шарафутдинова // Экобиотех, 2020, Том 3, № 1, С. 74-78.
3. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 2011. – С. 154-170.
4. Fatima, K.; Imran, A.; Naveed, M.; Afzal, M. Plant-bacteria synergism: An innovative approach for the remediation of crude oil contaminated soils. Soil Environ. 2017, 6, 93–113, doi:10.25252/SE/17/51346.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ САХАРОВ В ВОЛОСОВИДНЫХ КОРНЯХ ПОДСОЛНЕЧНИКА *HELIANTHUS ANNUUS* L.

Якупова А.Б., Мусин Х.Г.

Башкирский государственный университет (БашГУ), г. Уфа

Аннотация: Корни подсолнечника *Helianthus annuus* L. применяются при лечении моче- и желчнокаменной болезней. С каждым годом наиболее актуальной представляется возможность круглогодичного выращивания в условиях России, где не требуются приспособления и машины для сбора корней и загрязнение корней пестицидами. В связи с этим большой интерес представляет получение культур изолированных генетически трансформированных (волосовидных) корней подсолнечника,

способных расти на безгормональных питательных средах. Целью нашей работы было создание волосовидных корней подсолнечника *Helianthus annuus* L. при помощи штаммов А4 и 15834 *Agrobacterium rhizogenes* и проведение сравнительного анализа содержания в них водорастворимых сахаров. Было выявлено высокое содержание водорастворимых сахаров в культуре волосовидных корней, полученных при помощи штамма *A. rhizogenes* 15834. Корни подсолнечника, выращенные в естественных условиях, характеризовались меньшим содержанием водорастворимых сахаров, чем волосовидные корни.

Ключевые слова: волосовидные корни, *Agrobacterium rhizogenes*, hairy roots, *Helianthus annuus* L., подсолнечник.

Введение

Helianthus annuus L. — это однолетнее травянистое растение, имеющее главный стебель и главный корень, проникающим в почву на глубину до 4 метров и боковыми корнями, распространяющимися в стороны до 120 см. В настоящее время на территории стран бывшей СССР подсолнечник стал основной масличной культурой. В пищу и лечебных целях используют свежие и высушенные семена, листья, краевые цветки, корни [1, 2, 10, 12].

Семена подсолнечника содержат большое количества масла, в состав которого входят преимущественно глицериды ненасыщенных жирных кислот, фосфолипиды, витамин Е, каротиноиды, витаминоподобные вещества. В листьях обнаружены витамины, флавоноиды, кумарины, стерины, сапонины, органические кислоты, углеводы, минеральные вещества. В лепестках идентифицированы витамины, витаминоподобные соединения, полифенольные соединения, антоцианидины, фенолокислоты, полисахариды, органические кислоты, стерины, сапонины, спирт орнидиол [5]. Из корней подсолнечника были выделены полисахариды, инулин и дубильные вещества, а также значительное количество минеральных элементов в комплексе с другими биологически активными веществами [4]. Было установлено наличие 19 жизненно необходимых элементов в оптимальной концентрации [12]. Неоднократно клинически и фармакологически были доказаны лечебные свойства его разных вегетативных частей (антимикробное, противовоспалительное, болеутоляющее и антиоксидантное) [7, 8, 9]. Имеются сведения, что отвар корня подсолнечника снижает в организме содержание уратов, оксалатов, мочекислого аммония, трипельфосфатов и поэтому может применяться для лечения подагры и мочекаменной болезни [3].

В традиционной медицине при заболеваниях мочекаменной и желчнокаменной болезней нередко прибегают к использованию растительных средств с литолитической активностью для снижения частоты рецидивов образования уролитов [6]. Ведется поиск и подбор растительных средств и компонентов, которые обладали бы данными свойствами. Важная роль в качестве такого лечебного средства отводится подсолнечнику однолетнему.

Мы полагаем, что культуры волосовидных корней подсолнечника могут стать экономически более выгодной альтернативой обычным корням этого растения. Поэтому целью нашей работы было создание волосовидных корней подсолнечника при помощи штаммов А4 и 15834 *Agrobacterium rhizogenes* и сравнительный анализ содержания в них водорастворимых сахаров.

Материалы и методы

Волосовидные корни *Helianthus annuus* L. получали путем агробактериальной трансформации семядольных эксплантов подсолнечника, выращенных в условиях *in vitro* [13]. Определение содержания ВРС было проведено с помощью фенол-сернокислотного метода [14]. Статистическую обработку данных осуществляли в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

На семядольных эксплантах подсолнечника волосовидные корни начинали появляться через 11 дней после инокуляции. Эффективность трансформации семядольных листьев *H. annuus* составила 93% при использовании штамма А4 и 78% при использовании штамма 15834. Далее линии культур волосовидных корней подсолнечника однолетнего, полученные в эксперименте со штаммами 15834 и А4 *A. rhizogenes*, высушивали и измельчали для оценки содержания в них водорастворимых сахаров.

Интересным представляется вопрос изучения структуры, химического состава и свойств растительных полисахаридов в связи с широким спектром их биологической активности. Известно, что полисахариды растений оказывают не только положительное влияние на эндокринную и иммунную системы, но и снижают риски заболеваний сердечно-сосудистой системы, проявляют антикоагулянтные свойства, выводят из организма соли тяжелых металлов и способствуют нормализации кишечной микрофлоры [11]. Данные о химическом составе корней подсолнечника однолетнего (*H. annuus*) весьма немногочисленны. В работе И.В. Пшуковой с соавторами [11] был определен общий выход полисахаридов в корнях подсолнечника однолетнего (10,31+0,20% от воздушно-сухого сырья), содержание водорастворимых полисахаридов составило 0,81%.

В нашем исследовании было определено общее содержание водорастворимых сахаров в 10 изолированных культурах волосовидных корней подсолнечника однолетнего, трансформированного с помощью штаммов 15834 и А4, а также в корнях подсолнечника, выращенного в естественных условиях.

Волосовидные корни подсолнечника однолетнего, трансформированные агробактериальным штаммом 15834, характеризовались наиболее высоким содержанием водорастворимых сахаров и в среднем составило 91,5±0,8 мкг/мг сух. массы. Наибольшим содержанием сахаров характеризовались линии 15834(1), 15834(6) и 15834(8), в то время как линия 15834(10) уступала по данному параметру (82 мкг/мг сух.массы) (рис. 1). В целом, содержание сахаров в остальных линиях волосовидных корней, трансформированных при помощи штамма 15834, варьировало незначительно.

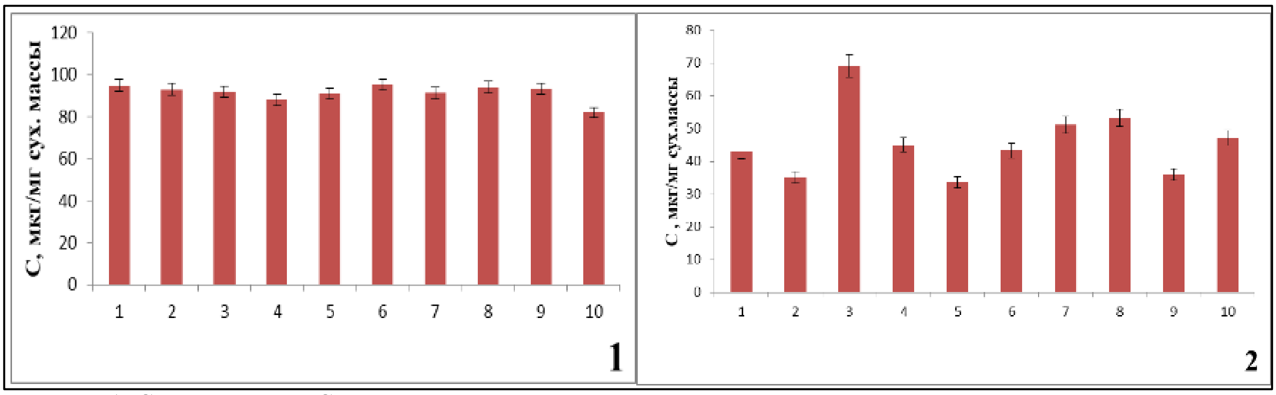

Рисунок 1. Содержание ВРС в культуре волосовидных корней подсолнечника, полученных при помощи штаммов *A. rhizogenes* 15834 (1) и А4 (2).

Содержание водорастворимых сахаров в линиях штамма А4 в среднем составило 45,66±0,93 мкг/мг сухой массы и в разных линиях было подвержено значительной динамике (рис. 1).

Показано, что накопление водорастворимых сахаров в культуре волосовидных корней штамма 15834 происходило наиболее интенсивно: так среднее содержание водорастворимых сахаров линий штамма 15834 (91,5±0,8) в более чем в 2 раза превысило содержание ВРС в культурах волосовидных корней штамма *A. rhizogenes* А4 (45,66±4,2). Согласно полученным данным, содержание водорастворимых сахаров в нативных корнях подсолнечника составило 24,86±3,9, из чего следует отметить, что общее содержание водорастворимых сахаров в культурах волосовидных корней, выращенных нами в лабораторных условиях, значительно превысил таковой в корнях интактного подсолнечника, полученного в естественных условиях.

Результаты нашей работы свидетельствуют о том, что волосовидные корни, полученные с помощью *A. rhizogenes* 15834 и А4, являются устойчивыми системами, способными сохранять уровень биосинтеза метаболитов на высоком уровне.

Таким образом, нам удалось получить стерильные проростки подсолнечника и трансформировать с помощью *A. rhizogenes* их семядольные листья. Полученные после агробактериальной трансформации культуры изолированных корней характеризовались способностью неограниченно расти на безгормональной среде.

Особого внимания заслуживают линии корней полученных при помощи штамма А4, характеризовавшиеся наиболее быстрым ростом на твердой питательной среде, а также линия 15834(1), характеризовавшаяся наиболее стремительным ростом среди всех проанализированных корней. Однако для практического применения нашей разработки необходимо провести анализ содержания биологически активных веществ в полученных линиях корней при выращивании в питательных средах различного состава, поскольку изменение концентрации других компонентов среды, помимо сахарозы, также может влиять на рост корней и продукцию вторичных метаболитов. В литературе имеются сведения, что лечебным эффектом в корнях подсолнечника обладают, прежде всего, щелочные алкалоиды и органические кислоты. Пока точно неизвестно, насколько будет изменяться состав этих соединений в волосовидных корнях, по сравнению с обычными корнями. В связи с этим, необходимо отметить, что полученные нами волосовидные корни подсолнечника могут быть использованы для биотехнологического производства только после анализа содержания в них щелочных алкалоидов и органических кислот.

Литература

1. Гаврилова В.А., Анисимова И.Н. Генетика культурных растений. Подсолнечник. СПб.: ВИР. 2003. 209 с.
2. Дьяков А.Б. Физиология подсолнечника. Краснодар: ВНИИМК. 2004. 76 с., с ил.
3. Журунова М.С., Даутова М.Б. Мочекаменная болезнь // Журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №5-6. с. 977.
4. Карпенко В.А., Лигай Л.В., Пшукова И.В. Определение содержания инулина в корнях подсолнечника // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. / Под ред. М.В. Гаврилина. Пятигорск: Пятигорская ГФА. 2011. Вып. 66. С. 106 – 107.
5. Киселева Т.Л., Карпеев А.А., Смирнова Ю.А., Амалицкий В.В., Сафонов В.П., Цветаева Е.В., Блинков И.Л., Коган Л.И., Чепков В.Н., Дронова М.А. Лечебные свойства пищевых растений. Под общ. ред. проф. Т.Л. Киселевой. М.: Изд-во ФНКЭЦ ТМДЛ Росздрава. 2007. 533 с., с ил.
6. Кузовкина И.Н., Вдовитченко М.Ю. Генетически трансформированные корни как модель изучения физиологических и биохимических процессов корневой системы целого растения // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 5. С. 787-796.
7. Мелик-Гусейнов В.В., Герасименко С.В. Биологически активные вещества и элементный состав корней подсолнечника однолетнего // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. Москва. 2013. Т.1. с. 24-26.
8. Мелик-Гусейнов В.В., Герасименко С.В. Идентификация фенольных соединений в подземных органах подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*) // Вестник Московского государственного областного университета. 2013. № 3. С. 34-36.

9. Мелик-Гусейнов В.В., Герасименко С.В., Тимченко Л.Д., Писков С.И. Изучение литолитической и диуретической активности экстрактов корня подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*) // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 517.
10. Никитина Т.И. Лекарственные растения. Применение. Противопоказания. Сборы: Справочник фитотерапевта. Уфа: Изд-е Башкирск. ун-та. 2000. 236 с.
11. Пшукова И.В., Коновалов Д.А., Карпенко В.А., Лигай Л.В., Кулешова С.А. Фитохимическое и фармакологическое изучение корней подсолнечника однолетнего // Химия растительного сырья. 2014. №2. С. 189-194.
12. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям (Фитотерапия). 3-е издание, стереотипное. М.: Медицина. 1990. 464 с.
13. Якупова А.Б., Мусин Х.Г., Кулуев Б.Р. Сравнительный анализ содержания сахаров и флавоноидов в культурах волосовидных корней подсолнечника *Heliantus annuus* L. // Фармацевтическая химия. – 2020. - Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2020;23(9):35−39. https://doi.org/10.29296/25877313-2020-09-00
14. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J., Robers P.A., Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances // Analyt. Chem. – 1956. – V. 28. – P. 350-356.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.00.00)

АГРОНОМИЯ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.01.00)

СЕКЦИЯ №25.
МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.01.02)

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ЕЛЕНА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ РЖИ ПОСЕВНОЙ *SECALE CEREALE* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сотникова Ю.М., Григориади А.С., Мухаметова К.Н., Фархутдинов Р.Г.

ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Уфа

Нефть и нефтепродукты являются одним из главных источников загрязнения почвенного покрова. При малых и средних уровнях загрязнения для очистки и восстановления плодородия используются методы биостимуляции или фиторемедиации. Существует множество исследований, направленных на изучение реакции растений на загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами. Установлены положительные и отрицательные воздействия нефти и нефтепродуктов на растения, которые зависят от концентрации и типа нефтепродуктов, продолжительности влияния нефти, вида растений, почвенно-климатических условий. В методах биостимуляции и фиторемедиации используются биологические препараты для повышения устойчивости растений к загрязнениям и стимуляции роста и развития растений в условиях загрязнения [2]. Цель данной работы - оценить влияние биопрепарата Елена на растения *Secale cereale* L., произрастающих в условиях нефтяного загрязнения.

Использовали серую лесную почву, предварительно загрязненную1% нефтью, 3% нефтью, 4% нефтью, 6% нефтью, 8% нефтью, 9% нефтью, моторным маслом, дизельным топливом, сырой нефтью, нефтешламмом и товарной нефтью. Через 3 дня производили посев растения *Secale cereale* L. и обработку препаратом Елена. Препарат вносили в виде суспензии из расчета 30 мл/кг почвы (титр микроорганизмов биопрепарата 10^6 КОЕ/мл). В качестве контроля использовали почву без добавления препарата.

Всхожесть семян в контрольной пробе составила 135%. При концентрации 8% моторного масла всхожесть составила 170%, проявляя стимулирующий эффект. На 45% ниже контрольной пробы всхожесть показала 8% нефть. Всхожесть моторного масла 4% составила 80%, ниже контрольной пробы на 55%. Далее величина всхожести 4% нефти и 8% дизельного топлива убывает и показывает в среднем всхожесть около 70%, проявляя угнетающее воздействие. На 5 сутки количество проросших семян по сравнению с контролем было ниже, но 8% масло не оказало негативного влияния на динамику прорастания семян, которая составила 85%, но отразилась на длине растения и составила 5, 59 см, когда в контроле было 9 см. 4%, 8% нефть, 4% моторное масло, 4%, 8% дизельное топливо показали угнетающее действие на прорастание семян, всхожесть и длину. В варианте опыта с 2% моторным маслом и 1% нефтешламмом у исследованных растений энергия прорастания достигла 92%, а всхожесть 195%. В варианте с 4% сырой нефтью-88% и 185 соответственно. Ниже энергия прорастания у 2% сырой нефти-85% и всхожесть 180%. У 4% товарной нефти и 1% моторного масла результаты энергии прорастания и всхожести показали 80% и 170% соответственно. На 60% ниже относительно контроля оказались результаты 4% моторного масла с энергией прорастания 73% и всхожестью 155%. Длина побегов по сравнению с контролем 10,75±0,9 см при наличии загрязнения 3% нефтешламмом в почве значительно не отличалась и имела длину и 10,5 см, что говорит о минимальном влиянии концентрации на развитие корней. Остальные показатели длины побегов были значительно ниже контроля. Используя шкалу токсичности, определили класс токсичности исследуемой почвы. Индекс токсичности был различен, к примеру, 1% нефть товарная, 1-2% моторное масло, имеют низкую токсичность, по шкале токсичности почв относятся к 4 классу токсичности. Средняя токсичность у нефти сырой 2-3%. В результате исследования было установлено, что содержание загрязняющих веществ оказывает влияние на морфологические признаки *Secale cereale* L.

Длина проростка является наиболее чувствительной ответной функцией на загрязнение, так как реагирует достоверным изменением показателей. Препарат Елена снижает концентрацию нефти в почве и соответственно её токсичность, выполняя детоксикационную функцию. Выявлено, что при 3% концентрации нефти с использованием препарата происходило увеличение количества корней на 23% по сравнению с контролем. Фитотоксический эффект побегов с воздействием препарата снизился до 3,5%, а корневой системы до 5,7%. Следовательно, препарат Елена стимулирует увеличение количества корней и повышает способность адаптироваться в неблагополучных условиях. Ширина листьев под воздействием препарата Елена была на уровне с контрольными значениями 0,5 см, в остальных случаях стимулирующего эффекта не наблюдалось. Увеличение ширины листьев позволяет компенсировать уменьшение количества хлорофилла при разрушении его за счет влияния загрязняющих веществ.

Во всех вариантах с применением препарата Елена, как при низкой, так и при высокой концентрации нефти значения фитотоксичности были ниже, сравнивая с результатами воздействия только одного загрязнителя, что свидетельствует о снижении уровня токсичности при воздействии препарата.

На основании изученных параметров таких как длина проростка, корневой системы, количества корней и ширины листьев, было установлено, что исследуемый препарат Елена снижает токсическое воздействие нефтяного загрязнения на растение *Secale cereale* L [1].

Список литературы

1. Григориади А.С. Оценка влияния нефтяного загрязнения и биопрепарата на биохимические параметры растения-фиторемедианта / А.С. Григориади, Ю.М. Сотникова, Е.И. Новоселова, Л.Р. Саттарова // “Научная жизнь”. Том 14. Выпуск 11. – 2019. С. 1705-1714.
2. Fatima, K.; Imran, A.; Naveed, M.; Afzal, M. Plant-bacteria synergism: An innovative approach for the remediation of crude oil contaminated soils. Soil Environ. 2017, 6, 93–113, doi:10.25252/SE/17/51346.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.03.00)

СЕКЦИЯ №26.
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ И ОЗЕЛЕНЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И БОРЬБА С НИМИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.03.03)

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО БЛАГОУСТРОЙСТВУ И ОЗЕЛЕНЕНИЮ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ НАБЕРЕЖНОЙ В ГОРОДЕ ТУРКМЕНБАШИ

Сунгурова Н. Р., Бабамурадова А. Б.

ФГАОУ ВО Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова

В современном мире актуальнейшей является проблема сохранения и оздоровления среды, окружающей человека в городе, формирование в городе условий, благотворно влияющих на психофизическое состояние человека, что особенно важно в период интенсивного роста городов, развития всех видов транспорта, повышения с каждым годом тонуса городской жизни.

Целью данной работы является разработка предложений по озеленению и благоустройству части территории набережной на основе уже имеющейся застройки, функциональных зон, озеленения и сформированной инфраструктуры.

Набережная расположена в центральной части города Туркменбаши (страна Туркменистан), начинается исследуемая территория от здания Рухиета до ул. Шагадам. Климат в городе резко континентальный, с жарким, затяжным и очень сухим летом. Площадь объекта проектирования составляет 2,1 га. На территории проектирования расположен трехэтажный торговый центр, административное здание, парковка и кафе.

Нами проведен комплексный анализ территории и выявлены следующие проблемы:

1) Нет четко выделенных функциональных зон;

2) Состояние пешеходных дорожек удовлетворительное, имеются выбоины и зарастание бортиков травой. Асфальтированные дорожки у главного входа находятся в плохом состоянии. Необходимо провести капитальный ремонт. Часть пешеходных дорожек находятся в стадии строительства.

3) Главной проблемой объекта проектирования является недостаточное количество оформленных автостоянок. Из-за этого автомобили паркуют на газоне, что приводит к нарушению травяного покрова, а, следовательно, и к ухудшению эстетического состояния и привлекательности объекта, снижению экологии и т.д.

4) Имеющиеся насаждения на территории объекта находятся в запущенном состоянии, так как за растениями не проводится своевременный уход. Посадки очень однообразны и не привлекают особого внимания, нет общей картины.

5) На территории объекта имеется большое количество открытых участков, отведенных под газон. Тип газона луговой, находится в неудовлетворительном состоянии, наблюдается много проплешин и вытоптанных участков. Имеются большие участки с высохшей травой. Связано это с недостатком необходимого количества воды в условиях жаркого климата. Цветочное оформление практически отсутствует.

6) Одной из центральных проблем являются не благоустроенные площадки твердых бытовых отходов, неухоженные скамейки и урны и их недостаточное количество. Большинство скамеек, что присутствуют на территории не имеют спинок. Они не удобны в использовании и не выполняют эстетическую функцию.

7) Освещение создают простые стандартные серые фонарные столбы, которые находятся не повсеместно. Территория недостаточно освещена, эта проблема особенно остро стоит зимой, а также нет декоративного освещения.

Для улучшения рекреационных, экологических, оздоровительных, эстетических функций данного объекта ландшафтной архитектуры нами предлагается выполнить ряд мероприятий, направленных на улучшение комфортной городской среды.

Участок набережной разделить на определенные зоны. С учетом всех исследованных факторов территория объекта разделена на 8 зон. Это зона входа и парковки, зона кафе и павильонов проката спортивного инвентаря, променад, центральная зона, зона тихого отдыха, активного отдыха для различных возрастных групп населения и зона пляжа.

Соотношение открытых, полуоткрытых и закрытых пространств на набережной предопределяет ее объемно пространственную структуру. Так как климат города теплый почти круглый год, тут преобладают закрытые пространства (почти 70 %).

На имеющихся дорожка набережной необходимо уложить новое асфальтовое покрытие. Предлагается устроить современную автопарковку, по периметру которой располагаются разные по высоте деревья и кустарники.

В зоне проката и кафе здания полу открытые и имеют веранды с навесом, где можно наслаждаться видом окружения и набережной.

Центральная зона главный акцент объекта, тут спроектировано сцена с декоративным освещением в центре и фонтан с необычной подсветкой. Это зона предназначена для проведения выставок, концертов, фестивалей и ярмарок.

Зона тихого отдыха представлена небольшими по площади площадками круглой формы, которые соединены между собой грамотно продуманной дорожно-тропиночной сетью, оборудованы скамейками и урнами разного дизайна. Так же тут предусмотрено огромное количество разнообразных групп деревьев и кустарников (табл. 1) с учетом того, что лето в данном районе очень жаркое, а осень и весна теплая.

Таблица 1 – Ассортимент высаживаемых пород

№ п/п	Наименование породы	Ассортимент	Светолюбивость	Требования к почве	Требования к влаге	Дымо-и газоустойчивость	Быстрота роста	Тип посадки
1	Ель колючая (Pīcea pūngens)	Осн.	Тв.	Ср.	Ср.	Уст.	М.	группа, солитер, рядовая посадка
2	Туя восточная (Platycladus orientalis)	Осн.	Свл.	Мал.	Мал.	Уст.	М.	группа, солитер, рядовая посадка
3	Акация белая (Robínia pseudoacacia)	Осн.	Свл.	Мал.	Мал.	Уст.	Б.	солитер, рядовая посадка
4	Пекан обыкновенный (Carya illinoinensis)	Осн.	Свл.	Ср.	Выс.	Уст.	М.	солитер, группа
5	Яблоня низкая (Malus pumila)	Осн.	Свл.	Ср.	Ср.	Уст.	Ум.	солитер, группа
6	Маклюра оранжевая (Maclura pomifera)	Осн.	Свл.	Мал.	Мал.	Уст.	Б.	солитер
7	Магнолия крупноцветковая (Magnólia grandiflóra)	Ред.	Ср.	Ср.	Выс.	Уст.	Б.	солитер
8	Пираканта ярко-красная (Pyracantha coccinea)	Осн.	Свл.	Мал.	Мал.	Уст.	Б.	живая изгородь
9	Айва обыкновенная (Cydonia oblōnga)	Осн.	Свл.	Ср.	Ср.	Уст.	М.	группа, солитер
10	Роза собачья (Rósa canína)	Осн.	Свл.	Мал.	Мал.	Уст.	Ум.	рядовая посадка, группа
11	Кизильник алаунский (Cotoneaster alaunicus)	Осн.	Ср.	Мал.	Мал.	Уст.	М.	живая изгородь
12	Альбиция ленкоранская (Albizia julibrissin)	Ред.	Свл.	Мал.	Ср.	Уст.	Б.	солитер, группа, рядовая посадка
Примечание: свл. – светолюбивая; ср. – средняя; тв. – теневыносливая; выс. – высокая; мал. – малая; уст. – устойчивая; б. – быстрорастущая; м. – медленнорастущая; ум. – умереннорастущая.								

Зона активного отдыха представлена несколькими площадками, а именно: детской площадкой, площадкой для занятия спортом взрослых, где имеется современный спортивный инвентарь и волейбольной площадкой.

Прогулочная зона длится на протяжении всей набережной. Тут предусмотрены смотровые площадки, интересные места для фотосессий, места необычных композиций с освещением и места отдыха.

Пляж является самым востребованным местом для отдыха жителей и не только. В зоне пляжа предусмотрены качели и батуты, а также прокат лодок и катамаранов, огромное количество лежаков с пляжными зонтами.

Для создания освещения на объекте установлены уличные фонари, декоративные светильники и низкие светильники для подсветки отдельных декоративных групп. А также запланированы участки для раздельного сбора мусора.

Подводя итог, можно сказать, что основная задача данной работы это повышение привлекательности данного объекта путем создания новых возможностей для проведения досуга, улучшение эстетических качеств территории. Фактически данные рекомендации откроют набережную заново для жителей и гостей города, поскольку на территории появится большое количество функций, таких как: спорт, рекреация, искусство, культура. Созданы все условия для удобного передвижения и отдыха населения в сочетании с элементами МАФ. Предложенный ассортимент растений обеспечивает выполнение санитарно-гигиенических и эстетических условий.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2020 ГОД

Январь 2020 г.
VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях», г. Санкт-Петербург**
Прием статей для публикации: до 1 января 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2020 г.

Февраль 2020 г.
VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом», г. Новосибирск**
Прием статей для публикации: до 1 февраля 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2020 г.

Март 2020 г.
VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения», г. Екатеринбург**
Прием статей для публикации: до 1 марта 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2020 г.

Апрель 2020 г.
VII Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники», г. Самара**
Прием статей для публикации: до 1 апреля 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2020 г.

Май 2020 г.
VII Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике», г. Омск**
Прием статей для публикации: до 1 мая 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2020 г.

Июнь 2020 г.
VII Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем», г. Казань**
Прием статей для публикации: до 1 июня 2020 г.
Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2020 г.

Июль 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук», г. Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2020 г.

Август 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2020 г.

Сентябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2020 г.

Октябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2020 г.

Ноябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2020 г.

Декабрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2021 г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE

Новые технологии и проблемы технических наук

Выпуск VII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноябрь 2020 г.)**

г. Красноярск

2020 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.11.2020.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,69.
Тираж 250 экз. Заказ № 113.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.