

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Естественные и математические науки:
вопросы и тенденции развития**

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноября 2019 г.)**

г. Красноярск

2019 г.

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

Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития.
Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции.
№ 6. г. Красноярск, – НН: ИЦРОН, 2019 г. 44 с.

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г. Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (г. Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г. Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев АятКрымович (г. Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г. Запорожье), кандидат физико-математических наук Лапушкин Георгий Иванович (г. Долгопрудный), доктор биологических наук Ларионов Максим Викторович (г. Балашов), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г. Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г. Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г. Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент Американского института Аэронавтики и Астронавтики (AIAA) Лукин Александр Николаевич (г. Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г. Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г. Саратов), кандидат биологических наук Мошкина Светлана Владимировна (г. Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г. Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г. Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Алла Ароновна (г. Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г. Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г. Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г. Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г. Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г. Иркутск).

В сборнике научных трудов по итогам VI Международной научно-практической конференции **«Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития»**, г. Красноярск представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук 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

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)	9
МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)	9
СЕКЦИЯ №1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)	9
СЕКЦИЯ №2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)	9
ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОЦИОГЕНЕЗА Баева О.В.	9
СЕКЦИЯ №3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)	12
СЕКЦИЯ №4. ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)	12
СЕКЦИЯ №5. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)	12
СЕКЦИЯ №6. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)	13
ТРЕХЗНАЧНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МАТРИЦЫ С ОДНИМ ВЫДЕЛЕННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ, АДЕКВАТНЫЕ ПАРАНЕПРОТИВОРЕЧИВЫМ ИМПЛИКАТИВНО-НЕГАТИВНЫМ РЕГУЛЯРНЫМ ЛОГИКАМ С КЛАССИЧЕСКОЙ ИМПЛИКАЦИЕЙ (ЧАСТЬ I)¹ Попов В. М.	13
СЕКЦИЯ №7. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)	20
СЕКЦИЯ №8. ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)	20
МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)	20
СЕКЦИЯ №9. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)	20
СЕКЦИЯ №10. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)	20
СЕКЦИЯ №11. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)	20
СЕКЦИЯ №12. ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)	20

СЕКЦИЯ №13.	
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)	21
АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)	21
СЕКЦИЯ №14.	
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)	21
СЕКЦИЯ №15.	
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)	21
СЕКЦИЯ №16.	
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)	21
СЕКЦИЯ №17.	
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)	21
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)	21
СЕКЦИЯ №18.	
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)	21
СЕКЦИЯ №19.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)	21
СЕКЦИЯ №20.	
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)	21
СЕКЦИЯ №21.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)	21
СЕКЦИЯ №22.	
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)	21
СЕКЦИЯ №23.	
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)	21
СЕКЦИЯ №24.	
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)	22
СЕКЦИЯ №25.	
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)	22
СЕКЦИЯ №26.	
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)	22
СЕКЦИЯ №27.	
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)	22
СЕКЦИЯ №28.	
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)	22
СЕКЦИЯ №29.	
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)	22

СЕКЦИЯ №30. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)	22
СЕКЦИЯ №31. ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)	22
СЕКЦИЯ №32. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)	22
СЕКЦИЯ №33. ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ,ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)	22
СЕКЦИЯ №34. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)	22
СЕКЦИЯ №35. ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦИ УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)	22
СЕКЦИЯ №36. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)	23
СЕКЦИЯ №37. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)	23
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)	23
СЕКЦИЯ №38. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)	23
СЕКЦИЯ №39. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)	23
СЕКЦИЯ №40. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)	23
СЕКЦИЯ №41. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)	23
СЕКЦИЯ №42. ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)	23
ВЛИЯНИЕ ГУАНИДИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ПОТОК ТВЕРДОФАЗНОЙ ДИФФУЗИИ ВОДОРОДА ЧЕРЕЗ СТАЛЬНУЮ МЕМБРАНУ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРАХ Балыбин Д.В., Кудрявцева Н.М., Стальнова А.А.	23
СЕКЦИЯ №43. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)	28
СЕКЦИЯ №44. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)	28

СЕКЦИЯ №45. ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)	28
СЕКЦИЯ №46. БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)	28
СЕКЦИЯ №47. КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)	29
СЕКЦИЯ №48. БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)	29
СЕКЦИЯ №49. НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)	29
СЕКЦИЯ №50. РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)	29
СЕКЦИЯ №51. КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)	29
СЕКЦИЯ №52. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)	29
СЕКЦИЯ №53. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)	29
СЕКЦИЯ №54. ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)	29
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)	29
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)	29
СЕКЦИЯ №55. РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)	29
СЕКЦИЯ №56. БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)	29
СЕКЦИЯ №57. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)	29
СЕКЦИЯ №58. БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)	29
СЕКЦИЯ №59. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)	30
СЕКЦИЯ №60. БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)	30
СЕКЦИЯ №61. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)	30
СЕКЦИЯ №62. БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)	30

СЕКЦИЯ №63.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)	30
ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)	30
СЕКЦИЯ № 64.	
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)	30
EFFECT OF MELANIN ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE PRESOWING TREATMENT OF SEEDS	
Sadoyan R., Barbaryan, Ash. ⁽²⁾ , Azaryan, K. ⁽³⁾ Margaryan, K. ^(4,5)	30
POLLEN CHARACTERIZATION OF WHEAT VARIETIES WITH DIFFERENT PLOIDY	
Sadoyan R. ¹ , Piltakyan A. ¹ , Nebish A. ^{2,3}	35
СЕКЦИЯ №65.	
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)	36
СЕКЦИЯ №66.	
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)	36
СЕКЦИЯ №67.	
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)	36
СЕКЦИЯ №68.	
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)	36
СЕКЦИЯ №69.	
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)	36
СЕКЦИЯ №70.	
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)	36
СЕКЦИЯ №71.	
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)	36
ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ГОРОДСКИХ ГАЗОНОВ	
Чумачева Н.М., Краснослободцева А.Е., Скрыбина А.А.....	36
СЕКЦИЯ №72.	
БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)	39
СЕКЦИЯ №73.	
ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)	39
СЕКЦИЯ №74.	
ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)	39
СЕКЦИЯ №75.	
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)	39
СЕКЦИЯ №76.	
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)	39
СЕКЦИЯ №77.	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)	40
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)	40

СЕКЦИЯ №78. ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)	40
СЕКЦИЯ №79. АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)	40
СЕКЦИЯ №80. ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)	40
СЕКЦИЯ №81. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)	40
СЕКЦИЯ №82. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)	40
СЕКЦИЯ №83. НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)	40
ГЕОГРАФИЯ	40
СЕКЦИЯ №84. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ,ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)	40
СЕКЦИЯ №85. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)	40
СЕКЦИЯ №86. ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)	40
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	40
СЕКЦИЯ №87. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	40
ГЕОЛОГИЯ	41
СЕКЦИЯ №88. РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	41
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2019 ГОД	42

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №1.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОЦИОГЕНЕЗА

Баева О.В.

Академия федеральной службы исполнения наказания России

Рассматривается математическая модель социогенеза, описываемая нелинейной системой дифференциальных уравнений с параметром. Определены условия существования ненулевого положительного периодического решения.

Ключевые слова: математическая модель, нелинейная система дифференциальных уравнений с параметром, ненулевые периодические решения.

Т. Парсонс [1] предложил схему описания общества, которая лежит в основе предлагаемой модели социогенеза. Парсонс выделяет составляющие ее подсистемы: социетальное общество¹, систему поддержания институционализированных² этнических образцов, экономическую и политическую системы. Динамику изменения данных уровней опишем системой дифференциальных уравнений.

В качестве управляющего параметра возьмем уровень пассионарного напряжения (характеристика этноса). Пассионарное напряжение – это качественная характеристика, которую следует рассматривать как некую усредненную оценку этнической системы.

Политическую систему будем описывать функцией $G(t)$, экономическую систему – $E(t)$, социетальное сообщество – функцией $K(t)$ и систему поддержания институционализированных этнических образцов – функцией $D(t)$. Под $G(t)$ будем понимать степень политической дифференциации, количество политических институтов; под $E(t)$ – количество единиц фондов; $K(t)$ измеряется в количестве социальных институтов, посредством которых происходит интеграция общества; под $D(t)$ понимаем количество социальных институтов, отвечающих за поддержание институционализированных этнических образцов.

Развитие политической системы опишем дифференциальным уравнением

$$\frac{dG}{dt} = G_G + G_E + G_K,$$

¹ Социетальное сообщество – единый коллектив, деятельность которого основана на объединении людей, сознательно принимающих нормативный порядок.

² Институционализация – правовое и организационное закрепление тех или иных общественных явлений.

где

1) $G_G = k_{GG}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)G$ - степень реакции властей на отклонение от общественного строя; вклад правительства в строительство основ государственности; учет инерционности в развитии.

Здесь $k_{GG}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)$ - учет пассионарности λ при «построении» и поддержке государства. Множитель $(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)$ - относительный уровень пассионарности.

2) $G_E = (l_G(t, \varepsilon) - k_{GE}(t, \nu)E)E$ - усилия людей в момент времени t по укреплению политического режима за счет средств экономики. Степень этих усилий определяется условиями жизни, т.е. уровнем развитости экономики.

3) $G_K = k_{GK}(K + D)G$ - поддержка политической системы обществом, легитимация власти.

Динамика экономической системы описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{dE}{dt} = E_E - E_G - E_K,$$

где

1) $E_E = k_{EE}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)E$ - усилия людей в момент времени t по развитию экономики.

2) $E_G = (l_E(t, \varepsilon) - k_{EG}(t, \nu)G)G$ - ограничения на экономику, накладываемые политикой.

3) $E_K = k_{EK}(K + D)E$ - ограничения на экономику, накладываемые традицией и нормативным порядком, и некоторый толчок в начале развития.

Любое общество рождается не на пустом месте, а на обломках когда-то сплоченных государств.

Поэтому в качестве начальных данных ($G|_{t=0} = G_0$, $E|_{t=0} = E_0$) мы можем выбрать соответствующие величины предшествующих социальных систем (константы G_0 , E_0).

Пусть социетальное сообщество (K) и система поддержания институционализированных этнических образцов (D) зафиксированы на некотором уровне и не меняются со временем.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dG}{dt} = k_{GG}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)G + (l_G(t, \varepsilon)E - k_{GE}(t, \nu)E^2) - k_{GK}(K + D)G, \\ \frac{dE}{dt} = k_{EE}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)E - (l_E(t, \varepsilon)G - k_{EG}(t, \nu)G^2) - k_{EK}(K + D)E, \\ G|_{t=0} = G_0, E|_{t=0} = E_0. \end{cases}$$

Для упрощения исследования предположим, что интенсивность реакции политических институтов $k_{GG}(t)$ и интенсивность развития экономики $k_{EE}(t)$ равны. Предположим, что также равны доли социальных институтов (K и D), влияющих на политическую дифференциацию и экономический рост, т.е. $k_{GK} = k_{EK}$.

Пусть $f(t, \lambda) = k_{GG}(t)(e^{\eta\lambda - \eta_1} - 1)$, $A = -k_{GK}(K + D)$, $k_1(t, \lambda, \varepsilon) = k_{GE}(t, \nu)$, $k_2(t, \lambda, \varepsilon) = k_{EG}(t, \nu)$, $l_G(t, \varepsilon) = l_E(t, \varepsilon) = g(t, \varepsilon)$, $\nu = (\lambda, \varepsilon)$, $x = G$, $y = E$, $x_0 = G_0$, $y_0 = E_0$.

Тогда система примет вид

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + f(t, \lambda)x + g(t, \varepsilon)y - k_1(t, \lambda, \varepsilon)y^2, \\ \dot{y} = -g(t, \varepsilon)x + Ay + f(t, \lambda)y + k_2(t, \lambda, \varepsilon)x^2, \\ x|_{t=0} = x_0, y|_{t=0} = y_0. \end{cases} \quad (1)$$

где x - уровень политической дифференциации G , y - развитие экономической системы E .

Задача: определить условия существования ненулевого T - периодического решения системы (1).

Переходя к полярным координатам, $x = \rho \cos \varphi$, $y = \rho \sin \varphi$ получим систему вида

$$\begin{cases} \dot{\rho} = (A + B(t, \lambda) + X(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon))\rho, & (2.1) \\ \dot{\varphi} = \mu(t, \varepsilon) + \Phi(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon), & (2.2) \end{cases} \quad (2)$$

где $B(t, \lambda) = f(t, \lambda)$, $\mu(t, \varepsilon) = -g(t, \varepsilon)$,

$$X(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon) = -k_1(t, \lambda, \varepsilon)\rho \cos \varphi \sin^2 \varphi + k_2(t, \lambda, \varepsilon)\rho \cos^2 \varphi \sin \varphi,$$

$$\Phi(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon) = k_2(t, \lambda, \varepsilon)\rho \cos^3 \varphi + k_1(t, \lambda, \varepsilon)\rho \sin^3 \varphi.$$

Причем $\mu(t, 0) = 0$, $X(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\Phi(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$.

Непосредственно можно убедиться, что для системы (2) при введенных предположениях выполнены условия:

а) x, φ - $n-p$ -мерные векторы соответственно, ε, λ - $l-q$ -мерные вектор-параметры, $A, B(t, \lambda), X(t, \varphi, x, \varepsilon, \lambda)$ - $(n \times n)$ -матрицы;

б) $\mu(t, \varepsilon), \Phi(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon)$ - p -мерные вектор-функции;

в) на множестве $M(\delta_0) = [0, T] \times E_n \times M_0(\delta_0) \times \Lambda(\delta_0) \times E(\delta_0)$, $M_0(\delta_0) = \{\varphi \in E_p : |\varphi| \leq \delta_0\}$, $E(\delta_0) = \{\varepsilon \in E_l : |\varepsilon| \leq \delta_0\}$, $\Lambda(\delta_0) = \{\lambda \in E_q : |\lambda| \leq \delta_0\}$, E_S - s -мерное векторное пространство, $T > 0$, $\delta_0 > 0$, определены и непрерывны вектор-функции $\mu(t, \varepsilon)$, $\Phi(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon)$, матрицы $B(t, \lambda), X(t, \varphi, x, \varepsilon, \lambda)$ и выполнены условия

$$\|\Phi(t, \varphi', x, \lambda', \varepsilon') - \Phi(t, \varphi'', x, \lambda'', \varepsilon'')\| \leq c_1(\delta) \cdot |\varphi' - \varphi''| + c_2(\delta) |\lambda' - \lambda''| + c_3(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''|,$$

$$\|X(t, \varphi', x, \lambda', \varepsilon') - X(t, \varphi'', x, \lambda'', \varepsilon'')\| \leq l_1(\delta) \cdot |\varphi' - \varphi''| + l_2(\delta) |\lambda' - \lambda''| + l_3(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''|,$$

$$\|B(t, \lambda') - B(t, \lambda'')\| \leq a |\lambda' - \lambda''|, \quad 0 < \delta \leq \delta_0,$$

$$|\mu(t, \varepsilon') - \mu(t, \varepsilon'')| \leq b |\varepsilon' - \varepsilon''|,$$

a, b - некоторые положительные числа, при любом $i = 1, 2, 3$ $c_i(\delta) \rightarrow 0$, $l_i(\delta) \rightarrow 0$, при $\delta \rightarrow 0$ равномерно относительно t, x на множестве $[0, T] \times R$, R - произвольное, но фиксированное замкнутое и ограниченное множество пространства E_n ; $X(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\Phi(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\mu(t, 0) = 0$, $B(t, 0) = 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = 0$,

$$\int_0^T \mu(t, \varepsilon) dt = G\varepsilon + \Theta(\varepsilon), \quad G - \text{матрица}, \quad |\Theta(\varepsilon') - \Theta(\varepsilon'')| \leq \tau(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''|, \quad \tau(\delta) \rightarrow 0 \text{ при } \delta \rightarrow 0;$$

г) вектор-функции $\mu(t, \varepsilon)$, $\Phi(t, \varphi, \rho, \lambda, \varepsilon)$, матрицы $B(t, \lambda), X(t, \varphi, x, \varepsilon, \lambda)$ T -периодические по t в области определения.

Пусть $C(d, k)$ - класс T -периодических по t вектор-функций $F(t)$, определенных на сегменте $[0, T]$, таких что $\|F(t)\| \leq d$, $\|F(t') - F(t'')\| \leq k|t' - t''|$ для любых $t', t'' \in [0, T]$, d, k - некоторые положительные числа.

Определение. Пусть $F(t) \in C(d, k)$. Под решением системы (2.2) при $x = F(t)$, $\varepsilon \in E(\delta_0)$, $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$ будем понимать определенную и непрерывно дифференцируемую на сегменте $[a, b]$ вектор-функцию $\varphi(t)$, удовлетворяющую системе (2.2) при любом $t \in [a, b]$.

В работе [2] установлено, что система уравнений для определения условий существования T -периодического решения системы (2) примет вид

$$\bar{X}(T) - E + B^*(\lambda) + o(|\lambda|) + O(d)\alpha = 0, \quad (3)$$

где $\bar{X}(t)$ - фундаментальная матрица решений системы $\dot{x} = Ax$, $\bar{X}(0) = E$,

$$B^*(\lambda) = \bar{X}(t) \int_0^T \bar{X}^{-1}(T) B(t, \lambda) \bar{X}(t) dt, \quad \alpha - \text{начальное условие.}$$

Предполагаем, что $\det(\bar{X}(T) - E) = 0$.

Пусть $r = \text{rang}(\bar{X}(T) - E)$, $0 \leq r < n$. Заменой переменных $\alpha = S\beta$, в которой $S = (s_1, s_2, \dots, s_{n-r})$, s_1, s_2, \dots, s_{n-r} - линейно независимые решения системы $(X(T) - E)s = 0$, систему (3) сведем к системе

$$M(\varphi_t, F, \varepsilon, \lambda)\beta = 0,$$

матрица $M(\varphi_t, F, \varepsilon, \lambda) = \bar{B}(\lambda) + o(|\lambda|) + O(d)$, $\bar{B}(\lambda) = B^*(\lambda)S$, $\bar{B}(\lambda) = (\bar{b}_{kj}(\lambda))_{1n}^{n-r}$.

Предположим, что последний столбец матрицы $\bar{B}(\lambda)$ имеет вид

$$\bar{b}_{n-r}(\lambda) = w_s(\lambda) + o(|\lambda|^s),$$

где $w_s(\lambda)$ - вектор-форма порядка s относительно λ .

При введенных предположениях справедлива теорема.

Теорема [2]: Пусть:

- 1) $n \leq q$, $\text{rang}D(e^*) = n$;
- 2) $p \leq l$, $\text{rang}G = p$.

Тогда система (2) имеет ненулевое T - периодическое решение.

Для системы (1) $\text{rang}D(e^*) = 1$, $\text{rang}G = 1$. Тогда согласно теореме существует единственное значение параметра $\nu = (\lambda, \varepsilon)$ такое, что система (2) (а, следовательно, (1)) имеет ненулевое T - периодическое решение. Тем самым найдены условия, при которых получены периодические колебания в развитии политической и экономической систем. Это хорошо согласуется с политической и экономическими теориями (циклы реформ-контрреформ, экономические циклы Н. Кондратьева).

Список литературы

1. Гуц А.К., Коробицин В.В. и др. Математические модели социальных систем. Омск: Омск. гос. ун-т. 2000. 256 с.
2. Терехин М.Т., Баева О.В. Периодические решения нелинейной неавтономной системы дифференциальных уравнений// Известия ВУЗов. Математика 2017, №5, с. 86-96.

СЕКЦИЯ №3.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)

СЕКЦИЯ №4.

ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)

СЕКЦИЯ №5.

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)

Определение 6. Называем паранепротиворечивой $L_{\supset\lrcorner}$ -логикой такую $L_{\supset\lrcorner}$ -логику \mathbf{L} , что существует паранепротиворечивая теория $L_{\supset\lrcorner}$ -логики \mathbf{L} .

Соглашение 1. Обозначаем через \supset_{Cl} бинарную операцию на $\{0, 1\}$, определяемую следующей таблицей

\supset_{Cl}	1	0
1	1	0
0	1	1

Соглашение 2. Обозначаем через \lrcorner_{Cl} унарную операцию на $\{0, 1\}$, определяемую следующей таблицей

\lrcorner_{Cl}	1	0
	0	1

Соглашение 3. Обозначаем через $M(Cl_{\supset\lrcorner})$ логическую матрицу $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{Cl}, \lrcorner_{Cl} \rangle$.

Следуя традиции, даем следующее определение 7.

Определение 7. Называем множество всех $L_{\supset\lrcorner}$ -формул, общезначимых в $M(Cl_{\supset\lrcorner})$ классической импликативно-негативной логикой в языке $L_{\supset\lrcorner}$.

Соглашение 4. Обозначаем через $Cl_{\supset\lrcorner}$ классическую импликативно-негативную логику в языке $L_{\supset\lrcorner}$.

Заметим, что принято называть регулярной $L_{\supset\lrcorner}$ -логикой $L_{\supset\lrcorner}$ -логику, включающуюся в $Cl_{\supset\lrcorner}$.

Соглашение 5. Обозначаем через $\supset_{(1,0,0,1)}$ бинарную операцию на $\{1, 1/2, 0\}$, определяемую следующей таблицей

$\supset_{(1,0,0,1)}$	1	1/2	0
1	1	1	0
1/2	1	1	0
0	1	1	1

Соглашение 6. Обозначаем через $\lrcorner_{(x,y,z)}$, где x, y и z принадлежат множеству $\{1, 1/2, 0\}$, унарную операцию s на $\{1, 1/2, 0\}$, определяемую следующей таблицей

$\lrcorner_{(x,y,z)}$	1	1/2	0
	x	y	z

Соглашение 7a. Обозначаем через \mathbf{M} логическую матрицу $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$.

Соглашение 7b. Обозначаем через \mathbf{N} логическую матрицу $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1/2,1)} \rangle$.

Определение 8. Называем $L_{\supset\lrcorner}$ -матрицей логическую матрицу вида $\langle U, R, g, f \rangle$, где g есть бинарная и f есть унарная операции.

Замечание 0. Логические матрицы $M(Cl_{\supset\lrcorner})$, \mathbf{M} , и \mathbf{N} являются $L_{\supset\lrcorner}$ -матрицами.

Замечание 1. Всякая $L_{\supset\lrcorner}$ -матрица является логической матрицей языка $L_{\supset\lrcorner}$; в частности, $L_{\supset\lrcorner}$ -матрицы $M(Cl_{\supset\lrcorner})$, \mathbf{M} , и \mathbf{N} являются логическими матрицами языка $L_{\supset\lrcorner}$.

Хорошо известно, что справедливо следующее утверждение 1.

Утверждение 1. Для всякого пропозиционального языка L и всякой логической матрицы K этого пропозиционального языка верно, что множество всех L -формул, общезначимых в K замкнуто относительно правила пропозициональной подстановки в L .

Опираясь на соглашение 7а, на замечание 1 и на утверждение 1, убеждаемся, что верны следующие утверждения 2а и 2б.

Утверждение 2а. Множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в M , замкнуто относительно правила пропозициональной подстановки в L_{\supset} .

Утверждение 2б. Множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в N , замкнуто относительно правила пропозициональной подстановки в L_{\supset} .

Утверждение 3а. Для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой L_{\supset} -формулы B : если A есть L_{\supset} -формула, общезначимая в M , и $(A \supset B)$ есть L_{\supset} -формула, общезначимая в M , то B есть L_{\supset} -формула, общезначимая в M .

Доказательство утверждения 3а предваряем соглашением 8.

Соглашение 8. Значение L_{\supset} -формулы A при оценке v языка L_{\supset} в логической матрице K языка L_{\supset} обозначаем через $|A|_v^K$.

Докажем утверждение 3а методом от противного.

(1) Неверно утверждение 3а (допущение).

Опираясь на это утверждение и на стандартное определение L_{\supset} -формулы, общезначимой в M , а также на соглашения 7а и 8, получаем, что

(2) существует такая L_{\supset} -формула A и существует такая L_{\supset} -формула B , что верно следующее: для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|A|_v^M = 1$, для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|(A \supset B)|_v^M = 1$, для некоторой оценки v языка L_{\supset} в M $|B|_v^M \neq 1$.

Пусть (3) A_0 есть L_{\supset} -формула, B_0 есть L_{\supset} -формула, для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|A_0|_v^M = 1$, для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|(A_0 \supset B_0)|_v^M = 1$, для некоторой оценки v языка L_{\supset} в M $|B_0|_v^M \neq 1$.

(4) A_0 есть L_{\supset} -формула (из (3)).

(5) B_0 есть L_{\supset} -формула (из (3)).

(6) Для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|A_0|_v^M = 1$ (из (3)).

(7) Для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|(A_0 \supset B_0)|_v^M = 1$ (из (3)).

(8) Для некоторой оценки v языка L_{\supset} в M $|B_0|_v^M \neq 1$ (из (3)).

Пусть (9) v_0 есть оценка языка L_{\supset} в M $|B_0|_{v_0}^M \neq 1$.

(10) v_0 есть оценка языка L_{\supset} в M (из (9)).

(11) $|B_0|_{v_0}^M \neq 1$ (из (9)).

Следующее утверждение (12) легко доказать индукцией по построению L_{\supset} -формулы.

(12) Для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой оценки v языка L_{\supset} в M $|A|_v^M \in \{1, 1/2, 0\}$.

(13) $|B_0|_{v_0}^M \in \{1/2, 0\}$ (из (5), (10) и (11)).

(14) $|B_0|_{v_0}^M = 1/2$ или $|B_0|_{v_0}^M = 0$ (из (13)).

(15) $|A_0|_{v_0}^M = 1$ (из (6) и (10)).

(16) $|(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^M = 1$ (из (7) и (10)).

Опираясь на утверждения (4), (5), (10) и на стандартное определение значения L_{\supset} -формулы при заданной оценке языка L_{\supset} в M , получаем, что

(17) $|(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^M = (|A_0|_{v_0}^M \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_{v_0}^M)$.

(18) $|B_0|_{v_0}^M = 0$ (допущение).

(19) $(|A_0|_{v_0}^M \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_{v_0}^M) = (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0)$ (из (15) и (18)).

Используя соглашение 5, получаем, что

(20) $(1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) = 0$.

(21) $|(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^M = 0$ (из (17), (19) и (20)).

(22) $|(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^M \neq 1$ (из (21)).

Утверждение (22) противоречит утверждению (16). Следовательно, неверно допущение (18).

Но тогда (23) $|B_0|_{v_0}^M \neq 0$.

(24) $|B_0|_{v_0}^M = 1/2$ (из (14) и (23)).

Легко доказать, что

(25) для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой оценки v языка L_{\supset} : если $|A|_v^M = 1/2$, то A есть пропозициональная переменная языка L_{\supset} .

(26) B_0 есть пропозициональная переменная языка L_{\supset} (из (5), (10), (24) и (25)).

Ясно, что (27) для некоторой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{M} $v(B_0)=0$.

Пусть (28) w есть оценка языка L_{\supset} в \mathbf{M} , $w(B_0)=0$.

(29) w есть оценка языка L_{\supset} в \mathbf{M} (из (28)).

(30) $w(B_0)=0$ (из (28)).

(31) $|A_0|_w^M = 1$ (из (5), (29) и (30), по определению значения L_{\supset} -формулы при заданной оценке языка L_{\supset} в \mathbf{M}).

(32) $|A_0|_w^M = 1$ (из (6) и (19)).

(33) $|A_0 \supset B_0|_w^M = 1$ (из (7) и (29)).

(34) $|(A_0 \supset B_0)|_w^M = (|A_0|_w^M \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_w^M)$ (из (4), (5), (29), по определению значения L_{\supset} -формулы при заданной оценке языка L_{\supset} в \mathbf{M}).

(35) $(|A_0|_w^M \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_w^M) = (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0)$ (из (31) и (32)).

Используя соглашение 5, получаем, что

(36) $(1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) = 0$.

(37) $|A_0 \supset B_0|_w^M = 0$ (из (34), (35) и (36)).

(38) $|(A_0 \supset B_0)|_w^M \neq 1$ (из (37)).

Утверждение (38) противоречит утверждению (33). Следовательно, неверно допущение (1). Но тогда верно утверждение 3а.

Утверждение 3а доказано.

Утверждение 3б. Для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой L_{\supset} -формулы B : если A есть L_{\supset} -формула, общезначимая в \mathbf{N} , и $(A \supset B)$ есть L_{\supset} -формула, общезначимая в \mathbf{N} , то B есть L_{\supset} -формула, общезначимая в \mathbf{N} .

Докажем утверждение 3б методом от противного.

(1) Неверно утверждение 3б (допущение).

Опираясь на это утверждение и на стандартное определение L_{\supset} -формулы, общезначимой в \mathbf{N} , а также на соглашения 7б и 8, получаем, что

(2) существует такая L_{\supset} -формула A и существует такая L_{\supset} -формула B , что верно следующее: для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|A|_v^N = 1$, для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|(A \supset B)|_v^N = 1$, для некоторой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|B|_v^N \neq 1$.

Пусть (3) A_0 есть L_{\supset} -формула, B_0 есть L_{\supset} -формула, для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|A_0|_v^N = 1$, для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|(A_0 \supset B_0)|_v^N = 1$, для некоторой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|B_0|_v^N \neq 1$.

(4) A_0 есть L_{\supset} -формула (из (3)).

(5) B_0 есть L_{\supset} -формула (из (3)).

(6) Для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|A_0|_v^N = 1$ (из (3)).

(7) Для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|(A_0 \supset B_0)|_v^N = 1$ (из (3)).

(8) Для некоторой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|B_0|_v^N \neq 1$ (из (3)).

Пусть (9) v_0 есть оценка языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|B_0|_{v_0}^N \neq 1$.

(10) v_0 есть оценка языка L_{\supset} в \mathbf{N} (из (9)).

(11) $|B_0|_{v_0}^N \neq 1$ (из (9)).

Следующее утверждение (12) легко доказать индукцией по построению L_{\supset} -формулы.

(12) Для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|A|_v^N \in \{1, 1/2, 0\}$.

(13) $|B_0|_{v_0}^N \in \{1/2, 0\}$ (из (5), (10) и (11)).

(14) $|B_0|_{v_0}^N = 1/2$ или $|B_0|_{v_0}^N = 0$ (из (13)).

(15) $|A_0|_{v_0}^N = 1$ (из (6) и (10)).

(16) $|(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^N = 1$ (из (7) и (10)).

Опираясь на утверждения (4), (5), (10) и на стандартное определение значения L_{\supset} -формулы при заданной оценке языка L_{\supset} в \mathbf{N} , получаем, что

$$(17) |(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^{\mathbf{N}} = (|A_0|_{v_0}^{\mathbf{N}} \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_{v_0}^{\mathbf{N}}).$$

$$(18) |B_0|_{v_0}^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (допущение).}$$

$$(19) (|A_0|_{v_0}^{\mathbf{N}} \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_{v_0}^{\mathbf{N}}) = (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) \text{ (из (15) и (18)).}$$

$$(20) (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) = 0 \text{ (по соглашению 5).}$$

$$(21) |(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (из (17), (19) и (20)).}$$

$$(22) |(A_0 \supset B_0)|_{v_0}^{\mathbf{N}} \neq 1 \text{ (из (21)).}$$

Утверждение (22) противоречит утверждению (16). Следовательно, неверно допущение (18).

Но тогда (23) $|B_0|_{v_0}^{\mathbf{N}} \neq 0$.

$$(24) |B_0|_{v_0}^{\mathbf{N}} = 1/2 \text{ (из (14) и (23)).}$$

Индукцией по построению L_{\supset} -формулы можно доказать, что (25) для всякой L_{\supset} -формулы A : если логическая связка \supset входит в A , то для всякой оценки v языка L_{\supset} в \mathbf{N} $|A|_v^{\mathbf{N}} \in \{0, 1\}$.

$$(26) \text{ Существует такая оценка } v \text{ языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}, \text{ что } |B_0|_v^{\mathbf{N}} = 1/2 \text{ (из (10) и (24)).}$$

$$(27) \text{ Существует такая оценка } v \text{ языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}, \text{ что } |B_0|_v^{\mathbf{N}} \notin \{0, 1\} \text{ (из (26)).}$$

$$(28) \text{ Логическая связка } \supset \text{ не входит в } B_0 \text{ (из (5), (25) и (27)).}$$

Индукцией по построению L_{\supset} -формулы можно доказать, что (29) для всякой L_{\supset} -формулы A : если логическая связка \supset не входит в A , то существует такая оценка v языка L_{\supset} в \mathbf{N} , что $|A|_v^{\mathbf{N}} = 1$, и существует такая оценка v языка L_{\supset} в \mathbf{N} , что $|A|_v^{\mathbf{N}} = 0$.

$$(30) \text{ Существует такая оценка } v \text{ языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}, \text{ что } |B_0|_v^{\mathbf{N}} = 1, \text{ и существует такая оценка } v \text{ языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}, \text{ что } |B_0|_v^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (из (5), (28) и (29)).}$$

$$(31) \text{ Существует такая оценка } v \text{ языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}, \text{ что } |B_0|_v^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (из (30)).}$$

Пусть (32) w есть оценка языка L_{\supset} в \mathbf{N} , что $|B_0|_w^{\mathbf{N}} = 0$.

$$(33) w \text{ есть оценка языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N} \text{ (из (32)).}$$

$$(34) |B_0|_w^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (из (32)).}$$

$$(35) |A_0|_w^{\mathbf{N}} = 1 \text{ (из (6) и (35)).}$$

$$(36) |(A_0 \supset B_0)|_w^{\mathbf{N}} = 1 \text{ (из (7) и (35)).}$$

$$(37) |(A_0 \supset B_0)|_w^{\mathbf{N}} = (|A_0|_w^{\mathbf{N}} \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_w^{\mathbf{N}}) \text{ (из (4), (5), (33), по определению значения } L_{\supset}\text{-формулы при заданной оценке языка } L_{\supset} \text{ в } \mathbf{N}).}$$

$$(38) (|A_0|_w^{\mathbf{N}} \supset_{(1,0,0,1)} |B_0|_w^{\mathbf{N}}) = (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) \text{ (из (34) и (35)).}$$

$$(39) (1 \supset_{(1,0,0,1)} 0) = 0 \text{ (по соглашению 5).}$$

$$(40) |(A_0 \supset B_0)|_w^{\mathbf{N}} = 0 \text{ (из (37), (38) и (39)).}$$

$$(41) |(A_0 \supset B_0)|_w^{\mathbf{N}} \neq 1 \text{ (из (40)).}$$

Утверждение (41) противоречит утверждению (36). Следовательно, неверно допущение (1). Но тогда верно утверждение 3b.

Утверждение 3b доказано.

Из утверждений 2 и 3a получаем, используя определение 1, что верно следующее утверждение 4a.

Утверждение 4a. Множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в \mathbf{M} , есть L_{\supset} -логика.

Из утверждений 2 и 3b получаем, используя определение 1, что верно следующее утверждение 4b.

Утверждение 4b. Множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в \mathbf{N} , есть L_{\supset} -логика.

Соглашение 9a. Обозначаем через $\text{Log}(\mathbf{M})$ множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в \mathbf{M} .

Соглашение 9b. Обозначаем через $\text{Log}(\mathbf{N})$ множество всех L_{\supset} -формул, общезначимых в \mathbf{N} .

Таким образом, верны утверждения 5a и 5b.

Утверждение 5a. $\text{Log}(\mathbf{M})$ есть L_{\supset} -логика.

Утверждение 5b. $\text{Log}(\mathbf{N})$ есть L_{\supset} -логика.

Используя метод индукции по построению L_{\supset} -формулы, можно доказать следующую ЛЕММУ.

ЛЕММА. Для всякой L_{\supset} -формулы A и для всякой оценки v языка L_{\supset} в $\mathbf{M}(\text{Cl}_{\supset})$: $|A|_v^{\mathbf{M}(\text{Cl}_{\supset})} = |A|_v^{\mathbf{N}}$ и $|A|_v^{\mathbf{M}(\text{Cl}_{\supset})} = |A|_v^{\mathbf{M}}$.

Утверждение 6a. $\text{Log}(\mathbf{M}) \subseteq \text{Cl}_{\supset, \neg}$.

Утверждение 6b. $\text{Log}(\mathbf{N}) \subseteq \text{Cl}_{\supset, \neg}$.

Утверждения 6a и 6b легко доказать методом от противного, опираясь на ЛЕММУ.

Определение 9. Называем $L_{\supset, \neg}$ -логикой с классической импликацией такую $L_{\supset, \neg}$ -логику L , что для всякой $L_{\supset, \neg}$ -формулы A , в которую не входит символ \neg , верно следующее: $A \in L$ тогда и только тогда, когда $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$.

Утверждение 7a. $\text{Log}(\mathbf{M})$ является $L_{\supset, \neg}$ -логикой с классической импликацией.

Для доказательства утверждения 7a потребуется исчисление HCl_{\supset} гильбертовского типа. Язык L_{\supset} этого исчисления есть стандартно определяемый пропозициональный язык, алфавит которого есть $\{\supset, \neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftarrow, \vdash, \vdash\}$ символов. Здесь \supset есть бинарная логическая связка языка L_{\supset} , \neg и $\wedge, \vee, \rightarrow, \leftarrow, \vdash, \vdash$ являются техническими символами языка L_{\supset} , p_1, p_2, p_3, \dots являются пропозициональными переменными языка L_{\supset} . Определение L_{\supset} -формулы обычно. Аксиомами исчисления HCl_{\supset} являются все те и только те L_{\supset} -формулы, каждая из которых имеет хотя бы один из следующих трех видов (здесь A, B и C – L_{\supset} -формулы):

(1) $(A \supset (B \supset A))$, (2) $((A \supset (B \supset C)) \supset ((A \supset B) \supset (A \supset C)))$, (3) $((A \supset B) \supset A) \supset A$.

Правило *modus ponens* в L_{\supset} есть единственное правило вывода исчисления HCl_{\supset} . Определение доказательства в HCl_{\supset} обычно для исчислений гильбертовского типа.

Хорошо известна следующая ТЕОРЕМА, которую можно доказать, опираясь на работы [1] и [2].

ТЕОРЕМА. Для всякой L_{\supset} -формулы A : $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$ тогда и только тогда, когда существует доказательство в HCl_{\supset} L_{\supset} -формулы A .

Учитывая, что всякая L_{\supset} -формула есть $L_{\supset, \neg}$ -формулы, и используя таблицу для $\supset_{(1,0,0,1)}$, стандартное определение значения $L_{\supset, \neg}$ -формулы в \mathbf{M} при заданной оценке языка $L_{\supset, \neg}$ в \mathbf{M} , а также стандартное определение $L_{\supset, \neg}$ -формулы, общезначимой в \mathbf{M} , убеждаемся в том, что верно следующее утверждение 7a.1.

Утверждение 7a.1. Всякая аксиома исчисления HCl_{\supset} является $L_{\supset, \neg}$ -формулой, общезначимой в \mathbf{M} .

Используя метод возвратной индукции по длине доказательства в HCl_{\supset} и опираясь на утверждение 3a и на утверждение 7a.1, приходим к выводу, что верно следующее утверждение 7a.2.

Утверждение 7a.2. Для всякой L_{\supset} -формулы A : если существует доказательство в HCl_{\supset} L_{\supset} -формулы A , то A есть $L_{\supset, \neg}$ -формула, общезначимая в \mathbf{M} .

Из утверждения 7a.2 и ТЕОРЕМЫ вытекает следующее утверждение 7a.3.

Утверждение 7a.3. Для всякой L_{\supset} -формулы A : если $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$, то A есть $L_{\supset, \neg}$ -формула, общезначимая в \mathbf{M} .

В свете утверждения 7a.3 и соглашения 9a ясно, что верно следующее утверждение 7a.4.

Утверждение 7a.4. Для всякой L_{\supset} -формулы A : если $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$, то $A \in \text{Log}(\mathbf{M})$.

Опираясь на утверждение 6a, получаем, что верно следующее утверждение 7a.5.

Утверждение 7a.5. Для всякой L_{\supset} -формулы A : если $A \in \text{Log}(\mathbf{M})$, то $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$.

Из утверждений 7a.4 и 7a.5 вытекает следующее утверждение 7a.6.

Утверждение 7a.6. Для всякой L_{\supset} -формулы A : $A \in \text{Log}(\mathbf{M})$ тогда и только тогда, когда $A \in \text{Cl}_{\supset, \neg}$.

Ясно, что верно следующее утверждение 7a.7.

Утверждение 7a.7. Для всякой $L_{\supset, \neg}$ -формулы A : A есть L_{\supset} -формула тогда и только тогда, когда в A не входит символ \neg .

Опираясь на утверждения 5a, 7a.6, 7a.7 и используя определение 9, приходим к выводу, что верно утверждение 7a.

Утверждение 7a доказано.

Утверждение 7b. $\text{Log}(\mathbf{N})$ является $L_{\supset, \neg}$ -логикой с классической импликацией.

Доказательство утверждения 7b, аналогичное данному выше доказательству утверждения 7a, здесь не приводим.

Утверждение 8a. $\text{Log}(\mathbf{M})$ есть паранепротиворечивая $L_{\supset, \neg}$ -логика.

Докажем утверждение 8a.

Очевидно, что существует единственная оценка v языка $L_{\supset, \neg}$ в \mathbf{M} , удовлетворяющая условиям (i) и (ii): $v(p_1)=1/2$, (ii) для всякой пропозициональной переменной q языка $L_{\supset, \neg}$, отличной от p_1 , $v(q)=0$. Обозначаем эту оценку языка $L_{\supset, \neg}$ в \mathbf{M} через v . Ясно, что существует единственное множество всех $L_{\supset, \neg}$ -формул,

значение каждой из которых при \mathbf{v} в \mathbf{M} принадлежит множеству $\{1, 1/2\}$. Обозначаем это множество через (\mathbf{M}, \mathbf{v}) . легко доказать, что (*) (\mathbf{M}, \mathbf{v}) есть теория $L_{\supset\lrcorner}$ -логики $\text{Log}(\mathbf{M})$, а p_1 , $(\lrcorner p_1)$ и p_2 являются такими $L_{\supset\lrcorner}$ -формулами, что $p_1 \in (\mathbf{M}, \mathbf{v})$, $(\lrcorner p_1) \in (\mathbf{M}, \mathbf{v})$ и $p_2 \notin (\mathbf{M}, \mathbf{v})$.

Опираясь на утверждение (*) и используя определения 5 и 6, делаем вывод, что верно утверждение 8а.

Утверждение 8а доказано.

Аналогично доказывается следующее утверждение 8b.

Утверждение 8b. $\text{Log}(\mathbf{N})$ есть паранепротиворечивая $L_{\supset\lrcorner}$ -логика.

Определение 10. Называем \mathbf{K} логической матрицей, адекватной $L_{\supset\lrcorner}$ -логике L , если \mathbf{K} есть $L_{\supset\lrcorner}$ -матрица, L есть $L_{\supset\lrcorner}$ -логика и множество всех $L_{\supset\lrcorner}$ -формул, общезначимых в $L_{\supset\lrcorner}$ -матрице \mathbf{K} , равно L .

Утверждение 9а. Упорядоченная четверка $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$ есть логическая матрица вида $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, g, f \rangle$ (где g есть бинарная операция, а f есть унарная операция), адекватная паранепротиворечивой $L_{\supset\lrcorner}$ -логике с классической импликацией.

Докажем утверждение 9а.

Очевидно, что (1) упорядоченная четверка $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$ есть логическая матрица, имеющая вид $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, g, f \rangle$, где g есть бинарная операция, а f есть унарная операция.

Опираясь на замечание 0, на соглашение 9а, на утверждение 5а и на определение 10, получаем, что

(2) \mathbf{M} есть логическая матрица, адекватная $L_{\supset\lrcorner}$ -логике $\text{Log}(\mathbf{M})$.

(3) $\mathbf{M} = \langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$ (по соглашению 7а).

(4) $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -матрица, адекватная $L_{\supset\lrcorner}$ -логике $\text{Log}(\mathbf{M})$ (из (2) и (3)).

Опираясь на утверждения (4), 7а и 8а, получаем, что

(5) $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1)} \rangle$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -матрица, адекватная паранепротиворечивой $L_{\supset\lrcorner}$ -логике с классической импликацией.

Опираясь на утверждения (1) и (5), делаем вывод о том, что верно утверждение 9а.

Утверждение 9а доказано.

Аналогично доказывается (с использованием соглашения 9b, утверждений 5b, 7b, 8b и соглашения 7b, вместо соглашения 9а, утверждений 5а, 7а, 8а и соглашения 7а соответственно) следующее утверждение 9b.

Утверждение 9b. Упорядоченная четверка $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1/2,1)} \rangle$ есть логическая матрица вида $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, g, f \rangle$ (где g есть бинарная операция, а f есть унарная операция), адекватная паранепротиворечивой $L_{\supset\lrcorner}$ -логике с классической импликацией.

Легко убедиться, что верны следующие утверждения 10 – 15.

Утверждение 10. Для всякого u из $\{1, 1/2, 0\}$ и для всякого z из $\{1, 1/2, 0\}$ $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(1,y,z)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $(\lrcorner (p_1 \supset p_1))$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Утверждение 11. Для всякого u из $\{1, 1/2, 0\}$ и для всякого z из $\{1, 1/2, 0\}$ $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(1/2,y,z)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $((p_1 \supset (\lrcorner (p_1 \supset p_1))) \supset (\lrcorner (p_1 \supset p_1)))$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Утверждение 12. $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,1/2)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $(p_1 \supset (\lrcorner (\lrcorner (\lrcorner (p_1))))$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Утверждение 13. $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1,0)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $((\lrcorner p_1) \supset p_1)$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Утверждение 14. $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1/2,1/2)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $((p_1 \supset p_1) \supset (\lrcorner (\lrcorner p_1)))$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Утверждение 15. $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,1/2,0)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что $((\lrcorner (\lrcorner (p_1 \supset p_1))) \supset (\lrcorner (p_1 \supset p_1)))$ есть $L_{\supset\lrcorner}$ -формула, общезначимая в этой логической матрице, но не общезначимая в $\mathbf{M}(Cl_{\supset\lrcorner})$.

Заметив, что $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \lrcorner_{(0,0,1)} \rangle$ есть логическая матрица, в которой общезначима $L_{\supset\lrcorner}$ -формула $(\lrcorner p_1) \supset (p_1 \supset p_2)$, можно доказать следующее утверждение 16.

Утверждение 16. Если $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \neg_{(0,0,1)} \rangle$ есть такая логическая матрица, что множество всех $L_{\supset, \neg}$ -формул, общезначимых в этой логической матрице, является $L_{\supset, \neg}$ -логикой, то всякая противоречивая теория этой $L_{\supset, \neg}$ -логики равна множеству всех $L_{\supset, \neg}$ -формул.

Утверждение 17. $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \neg_{(0,0,1/2)} \rangle$ есть такая логическая матрица, множество всех $L_{\supset, \neg}$ -формул, общезначимых в которой, не замкнуто относительно правила modus ponens в $L_{\supset, \neg}$.

Доказательство утверждения 17 базируется на том, что $L_{\supset, \neg}$ -формулы $(p_1 \supset p_1)$ и $((p_1 \supset p_1) \supset (\neg (\neg (p_1 \supset p_1))))$ общезначимы в логической матрице $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, \neg_{(0,0,1/2)} \rangle$, а $L_{\supset, \neg}$ -формула $(\neg (\neg (p_1 \supset p_1)))$ не общезначима в этой логической матрице.

Опираясь на утверждения 10 – 17, делаем вывод о том, что ни для какой унарной операции f на $\{1, 1/2, 0\}$, отличной от $\neg_{(0,0,1)}$ и от $\neg_{(0,1/2,1)}$, $\langle \{1, 1/2, 0\}, \{1\}, \supset_{(1,0,0,1)}, f \rangle$ не есть логическая матрица, которая адекватна паранепротиворечивой импликативно-негативной логике, являющейся подмножеством классической импликативно-негативной логики $Cl_{\supset, \neg}$.

Список литературы

1. Соболев С. К. Импликативное пропозициональное исчисление // Математическая энциклопедия : Гл. ред. И. М. Виноградов, т. 2 Д – Коо.– М.: «Советская Энциклопедия», 1979. С. 523.
2. Черч А. Введение в математическую логику. Т.1. Издательство иностранной литературы. Москва. 1960.

СЕКЦИЯ №7.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)

СЕКЦИЯ №8.

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)

МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)

СЕКЦИЯ №9.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)

СЕКЦИЯ №10.

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)

СЕКЦИЯ №11.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)

СЕКЦИЯ №12.

ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)

**СЕКЦИЯ №13.
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)**

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)

**СЕКЦИЯ №14.
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)**

**СЕКЦИЯ №15.
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)**

**СЕКЦИЯ №16.
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)**

**СЕКЦИЯ №17.
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)**

ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)

**СЕКЦИЯ №18.
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)**

**СЕКЦИЯ №19.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)**

**СЕКЦИЯ №20.
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)**

**СЕКЦИЯ №21.
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)**

**СЕКЦИЯ №22.
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)**

**СЕКЦИЯ №23.
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)**

**СЕКЦИЯ №24.
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)**

**СЕКЦИЯ №25.
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

**СЕКЦИЯ №26.
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

**СЕКЦИЯ №28.
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)**

**СЕКЦИЯ №29.
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)**

**СЕКЦИЯ №30.
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)**

**СЕКЦИЯ №31.
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР,
АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ,ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦИ УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

**СЕКЦИЯ №36.
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)**

**СЕКЦИЯ №37.
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)**

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)

**СЕКЦИЯ №38.
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)**

**СЕКЦИЯ №39.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)**

**СЕКЦИЯ №40.
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)**

**СЕКЦИЯ №41.
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)**

**СЕКЦИЯ №42.
ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)**

**ВЛИЯНИЕ ГУАНИДИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ПОТОК ТВЕРДОФАЗНОЙ ДИФфуЗИИ
ВОДОРОДА ЧЕРЕЗ СТАЛЬНУЮ МЕМБРАНУ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРАХ**

Балыбин Д.В., Кудрявцева Н.М., Стальнова А.А.

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов

Введение

Коррозия металлических конструкционных материалов в природных и технологических средах часто протекает с водородной деполяризацией, которая во многих случаях лимитирует скорость процесса, в целом. Кроме того, поверхностная адсорбция атомарного водорода обуславливает его диффузию в металл, ведущую к наводороживанию и появлению водородной хрупкости.

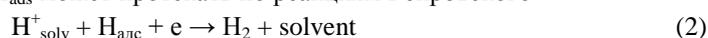
Вопросы минимизации адсорбции водорода твердой фазой в одних задачах и, напротив, стимулирование его аккумуляции в других – не могут быть решены без детального изучения механизма процесса, природы его лимитирующей стадии, концентрации поверхностного $H_{адс}$ и разработки путей управления ими.

Многие особенности, связанные с катодным выделением водорода, в том числе и механизм элементарных стадий, достаточно подробно обсуждались в обзорах [1; 10; 12-13].

Общепринято, что следующее за стадией разряда



где *solvent* – молекула растворителя, удаление $H_{адс}$ может протекать по реакциям Гейровского



или Тафеля

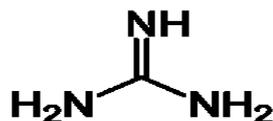


а одна из стадий (1) – (3), в зависимости от природы растворителя или состава электролита, часто оказывается лимитирующей [1; 10; 12-13]. Адсорбированный атомарный водород как промежуточный продукт РВВ частично проникает в металл. Вклад этого процесса и количество водорода в твердой фазе, очевидно, зависят от поверхностной концентрации $N_{\text{адс}}$, а, возможно, и механизма РВВ [13].

Одновременно РВВ имеет широкое практическое применение, в том числе для получения электролитического водорода, оценки термодинамических параметров веществ, в частности, определения констант диссоциации слабых кислот.

Следует полагать, что на твердых металлических электродах в зависимости от условий протекания РВВ, степени чистоты металла, наличия в растворе ПАВ могут наблюдаться кинетические закономерности, соответствующие различным механизмам и кинетическим параметрам процессов, а также смена лимитирующей стадии РВВ.

Принципиально важно выяснить, является подобная смена природы лимитирующей стадии РВВ на железе определенным частным случаем или она носит достаточно общий характер. При этом нельзя исключить и того, что картина может быть и более сложной. Существенный интерес, таким образом, представляет влияние производных гуанидина на кинетику и механизм РВВ и наводороживания.



В серии работ [2; 4-6; 8] показано, что, меняя природу стимуляторов наводороживания, можно управлять природой замедленной стадии. Целью настоящей работы явилось изучение влияния м-НФБГ на кинетику и механизм реакции катодного выделения водорода на железе в кислых хлоридных водных растворах и его твердофазную диффузию через стальную мембрану в тех же условиях.

Методика эксперимента

Исследования проведены в водных (бидистиллят) средах с комплексным электролитом состава $x \text{ M HCl} + (1 - x) \text{ M LiCl}$. Такой подход позволяет вводить в систему поверхностно-неактивный катион Li^+ при $C_{\text{Cl}^-} = \text{const}$ и постоянной ионной силе, когда $a = f \cdot C$, где f – коэффициент активности, который, в первом приближении, можно считать неизменным. Исходный растворитель насыщали хлористым водородом, получаемым взаимодействием NaCl с раствором H_2SO_4 и последующим доведением до заданной кислотности. Хлористый литий квалификации «х. ч.» предварительно сушили при $107 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ и затем растворяли в рабочем растворе в требуемом количестве.

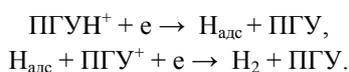
Диффузию водорода через стальную мембрану (Ст3) состава, масс. %: Fe – 98,36; C – 0,2; Mn – 0,5; Si – 0,15; P – 0,4; S – 0,05; Cr – 0,3; Ni – 0,2; Cu – 0,2; площадью $3,63 \text{ см}^2$ и толщиной 300 мкм оценивали по методике, описанной в [5-6], в двухкамерной ячейке с вертикальной мембраной типа ячейки Деванатхана, выполненной из стекла «Пирекс» в отсутствие принудительной деаэрации при потенциале коррозии её входной стороны. Продолжительность эксперимента – 2 часа. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили посредством методики малых выборок [15] с доверительной вероятностью 0,95 и коэффициентом Стьюдента 2,447.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

В целом, наличие заместителя практически не сказывается на дробных зарядах атомов азота в силу чего основность гуанидина можно принять равной основности его производных (ПГУ)

$$pK_a^{\text{ПГУ}} \approx pK_a^{\text{ГУ}} \approx 11 \dots 13,6,$$

поэтому прием, что протонирование фенилбигуанидина, мета-нитрофенилбигуанидина и гуанидина практически идентично [2]. Все ранее сделанные предположения о возможных электрохимических процессах, протекающих в условиях эксперимента для гуанидина [5-6], исходя из квантово – механических расчётов, можно применить и к м-НФБГ, с той лишь поправкой, что процесс разряда иона мета-нитрофенилбигуанидиния протекает по реакциям



Будем исходить из того, что, как уже отмечалось выше, на железе существуют две формы адсорбированного водорода [14, 17]: надповерхностная - H^r и подповерхностная - H^s . Подчеркнем, что H^s не следует отождествлять с возможным третьим, адсорбированным видом таких частиц. Обе адсорбированные формы находятся в равновесии, а зависимость соотношения поверхностных концентраций участников процесса имеет вид, приведённый в [7], где он получен с использованием данных [17]. Там же постулировано, что форма H^r ответственна за поверхностную диффузию и кинетику стадии рекомбинации, а H^s - за диффузию в металл (абсорбция). Им соответствуют, в терминах двумерной концентрации, θ_H^r и θ_H^s . Это может привести, по крайней мере, к двум эффектам:

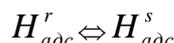
1. Наличие частиц, параллельно адсорбирующихся с атомами водорода, может сместить равновесие:

$$\theta_H^r \approx \theta_H^s.$$

Сдвиг его вправо, при прочих равных условиях, когда

$$\theta_H^r + \theta_H^s = const,$$

увеличивает i_H , влево – снижает поток твердофазной диффузии водорода. Подобный эффект должен иметь место и при отсутствии постоянства $\Sigma\theta_H^i$, если соответствующим образом изменяется соотношение θ_H^s/θ_H^r . Рост указанного соотношения стимулирует i_H , обратный характер изменения – его уменьшает. При этом η_H и скорость РВВ могут меняться независимо от величины i_H образом. Например, при повышении θ_H^s/θ_H^r скорость РВВ может не только уменьшаться, но и увеличиваться, однако медленнее, чем скорость реакции



2. Частицы, адсорбирующиеся с атомами водорода на одних и тех же активных центрах, снижают θ_H^r . Соответственно изменяется и θ_H^s . Однако, согласно [3], изменения θ_H^r и θ_H^s могут происходить непропорционально, т. к. отношение θ_H^s/θ_H^r , в соответствии с [17], является функцией статистической суммы, связанной с определенным заполнением поверхности адсорбатом. Тогда, независимо от характера изменения скорости РВВ, i_H может как возрастать, так и уменьшаться под влиянием одних и тех же факторов.

Малые концентрации гуанидина ($C_{Gu} \leq 1,0$ мМ) в водных средах не влияют на поток твердофазной диффузии водорода, который несколько возрастает с увеличением H_3O^+ . Однако с дальнейшим ростом C_{Gu} (5,0 и 10,0 мМ) i_H систематически повышается. Величина Δi_H зависит от C_{HCl} , но, в целом, эта тенденция характерна для всего изученного интервала концентрации HCl (рис. 1). В подобном подходе остается неясно, почему введение гуанидина не влияет на скорость РВВ. Дело, возможно, в том, что поверхность железа энергетически неоднородна. Если гуанидин способен адсорбироваться лишь на наиболее активных центрах, доля которых мала, а реакция электрохимической десорбции (Гейровского) протекает на менее энергетически активных, доля которых существенно выше, то скорость РВВ практически не изменится. Но сдвиг равновесия вправо заметно повысит i_H , что и наблюдается экспериментально.

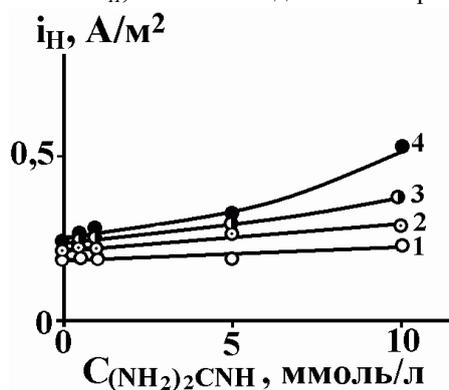


Рис. 1. Зависимость потока твердофазной диффузии водорода через мембрану при $E_{кор}$ ее входной стороны от концентрации гуанидина и HCl . C_{HCl} , ммоль/л: 1 – 0,05; 2 – 0,10; 3 – 0,50; 4 – 0,95. Водородная атмосфера, комнатная температура.

В водном растворе во всём изученном интервале концентраций ФБГ при минимальной и максимальной кислотности не выявлено чёткой зависимости i_H от $C_{\text{ФБГ}}$ (рис. 2, кривые 1 и 2). Введение даже максимального количества ФБГ в фоновые растворы практически не изменяет значение i_H , несмотря на то что, при этом меняется механизм процесса.

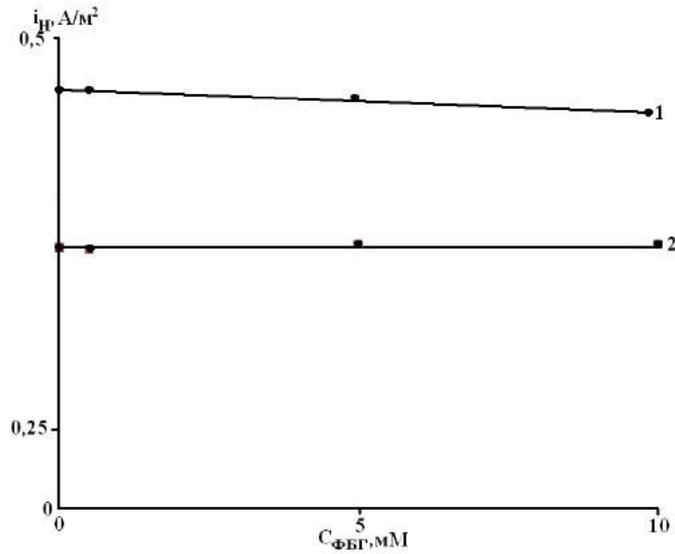


Рис. 2. Зависимость потока диффузии водорода через стальную (Ст3) мембрану при потенциале коррозии ($E_{\text{кор}} = -0,22 \pm 0,01 \text{ В}$) с входной стороны в водных растворах HCl , моль/л: 1 - 0,99; 2 - 0,05. Воздушная атмосфера, комнатная температура.

Важно было выяснить, как сказывается изменение природы замедленной стадии на диффузию водорода через мембрану. С этой целью изучен этот процесс с использованием фоновых растворов и содержащих различные концентрации добавки о-ФФБГ.

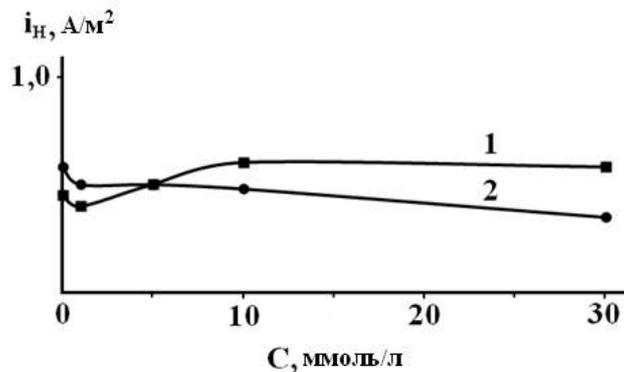


Рис. 3. Зависимость потока твердофазной диффузии водорода через мембрану при $E_{\text{кор}}$ ее входной стороны в водных растворах от концентрации о-фторфенилбигуанидина.

Можно было ожидать принципиальных изменений кинетических закономерностей в условиях различной природы замедленной стадии, наличие изломов или перегибов на соответствующих кривых в координатах $i_H, C_{\text{о-ФФБГ}}$. Однако, оказалось, что скорость диффузии водорода через мембрану i_H практически не зависит от этого фактора.

Наблюдаемый характер зависимости i_H от $C_{\text{о-ФФБГ}}$ можно интерпретировать с учетом существования двух форм водорода на поверхности металла – надповерхностный H^r и подповерхностный H^s . Каждой форме $H_{\text{адс}}$ соответствует своя форма заполнения поверхности θ_H^r и θ_H^s и тогда

$\theta_H^r + \theta_H^s = 2$. Однако, следует учитывать, что сравнивать две величины θ_H^r и θ_H^s можно с определенной долей условности, поскольку в общем случае $\theta_{H, \max}^r \neq \theta_{H, \max}^s$ (максимальные степени заполнения различными формами водорода поверхности вероятно не совпадают). Подход, связанный с использованием величин θ_H^r и θ_H^s позволяет интерпретировать широко наблюдаемые отсутствия однозначной связи между кинетикой диффузии водорода в металл в растворах электролитов и природой замедленной стадии РВВ. Более того, он позволяет прогнозировать пути целенаправленного подбора ингибиторов наводороживания металлических материалов (применительно к процессам коррозии) и стимуляторов абсорбции водорода (применительно к проблеме создания его аккумуляторов, имеющих принципиальное значение для решения ряда проблем водородной энергетики).

В водном растворителе во всём изученном интервале концентраций м-НФБГ (0 – 10 мМ) при минимальной и максимальной кислотности (0,99 и 0,05 моль/л HCl) не выявлено чёткой зависимости потока твердофазной диффузии водорода i_H от $C_{\text{м-НФБГ}}$.

В водном растворителе во всём изученном интервале концентраций м-НФБГ при минимальной и максимальной кислотности не выявлено чёткой зависимости потока твердофазной диффузии водорода i_H от $C_{\text{м-НФБГ}}$ (рис. 4, кривые 1 и 2).

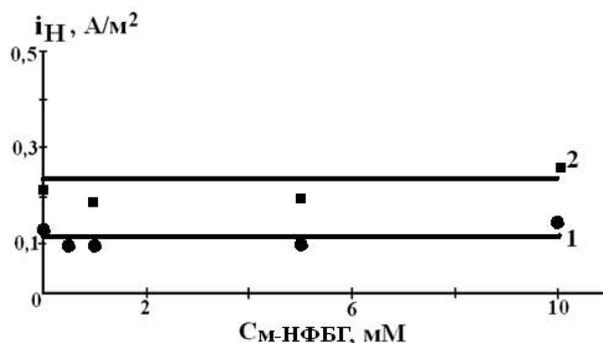


Рис. 4. Зависимость потока твердофазной диффузии водорода через мембрану при $E_{\text{кор}}$ ее входной стороны от концентрации м-НФБГ и HCl. C_{HCl} моль/л: 1–0,05; 2–0,99. Водородная атмосфера, комнатная температура.

Введение максимального количества м-НФБГ в фоновые растворы практически не изменяет значение i_H . При увеличении кислотности среды и концентрации добавки м-НФБГ наблюдается смещение потенциала саморастворения рабочего электрода в анодную область, что, вероятно, связано адсорбцией частиц добавки, точнее её протонированной формы, на отрицательно заряженной металлической поверхности железа, посредством встраивания их в плоскую часть двойного электрического слоя (плоскость Гельмгольца), и торможением ионизации железа. При этом i_H также не является функцией $E_{\text{кор}}$ входной стороны мембраны.

Список литературы

1. Багоцкая А.И. // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110. № 3. С. 397–400.
2. Балыбин Д.В., Кузина О.Ю., Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Квантово – механический расчёт дробных зарядов на атомах в молекуле гуанидина и его производных // Вестник ТГУ. 2012. Т. 17. Вып. 4. 248 с.
3. Вигдорович В.И., Дьячкова Т.П., Пупкова Л.Е., Цыганкова Л.Е. Взаимосвязь кинетики восстановления водорода на железе и потока диффузии водорода в углеродистую сталь в кислых растворах // Электрохимия. 2001. Т. 37. № 12. С. 1437 – 1445.
4. Вигдорович В.И., Матвеева М.В. Диффузия водорода через стальную мембрану из растворов системы $C_2H_5OH - H_2O - HCl$: эффект катодной и анодной поляризации // Электрохимия. 2006. Т. 42. № 12. С. 1480–1487.

- 5 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Балыбин Д.В. Кинетика реакции выделения водорода на железе и его диффузия через мембрану из этиленгликолевых растворов // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2011. Т 47. № 5. С. 103–108.
6. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Балыбин Д.В., Крыльский Д.В., Яковлева В.А. Влияние гуанидина на выделение и диффузию водорода // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2010. Т. 16. № 1. С. 94–107.
7. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Дьячкова Т.П. Влияние катодной поляризации на диффузию водорода через стальную мембрану из этиленгликолевых растворов HCl // Защита металлов. 2002. Т. 38. № 5. С. 514 – 520.
8. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Копылова Е.Ю. Влияние гидроарсената натрия на кинетику восстановления ионов водорода на железе и диффузию водорода через стальную мембрану из водных и этиленгликолевых растворов HCl // Электрохимия. 2003, Т. 39. № 7. С. 832–839.
9. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Зарапина И.В., Матвеева М.В. Влияние катодной поляризации стальной мембраны и кислотности спиртовых растворов HCl на соотношение скорости реакции выделения водорода и его твердофазной диффузии // Электрохимия. 2007. Т. 43. № 7. С. 843–850.
10. Гохштейн А.Я. Обмен между двумя видами адсорбированного водорода // Электрохимия. 1971 Т. 7. № 4. С. 594.
11. Кришталек Л.И. // Итоги науки и техники. Электрохимия. М.: ВИНТИ. 1977. Т. 12. С. 5–55.
12. Кришталек Л.И., Кузьменко Б.Б. Об адсорбции водорода на вольфраме в растворе щелочи // Электрохимия. 1973. Т 9. № 5. С. 664–666.
13. Кришталек Л.И. Электродные реакции. Механизм элементарного акта. М.: Наука. 1979. 244 с.
14. Тоя Т., Ито Т., Иши Ш. Две формы водорода на поверхности металла // Электрохимия. 1978. Т.14. № 5. С. 703 – 714.
15. Физико-химические методы анализа (под ред. Алесковского В.Б. и Яцимирского К.Б.). Л.: Химия, 1971. 424 с.
16. Фрумкин А.Н., Долин П.И., Эршлер Б.В. Сравнение скоростей разряда H^+ - ионов со скоростью суммарного процесса выделения водорода на рт // Журн. физич. химии. 1940. Т. 14 № 7. С. 907–915.
17. Хориути Д., Тоя Т. Хемосорбция водорода. Поверхностные свойства твердых тел. / Под. Ред. М. Грина. М.: Мир. 1972. С. 1 – 103.

СЕКЦИЯ №43.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

СЕКЦИЯ №44.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)

СЕКЦИЯ №45.

ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)

СЕКЦИЯ №46.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)

СЕКЦИЯ №47.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)

СЕКЦИЯ №48.

БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)

СЕКЦИЯ №49.

НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)

СЕКЦИЯ №50.

РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)

СЕКЦИЯ №51.

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)

СЕКЦИЯ №52.

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)

СЕКЦИЯ №53.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)**

СЕКЦИЯ №54.

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)

СЕКЦИЯ №55.

РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)

СЕКЦИЯ №56.

БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)

СЕКЦИЯ №57.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)

СЕКЦИЯ №58.

БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)

**СЕКЦИЯ №59.
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

**СЕКЦИЯ №61.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)**

**СЕКЦИЯ №62.
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)**

**СЕКЦИЯ №63.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)**

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)

**СЕКЦИЯ № 64.
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)**

**EFFECT OF MELANIN ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE PRESOWING
TREATMENT OF SEEDS**

Sadoyan R., Barbaryan, Ash. ⁽²⁾, Azaryan, K. ⁽³⁾ Margaryan, K. ^(4,5)

¹Faculty of Biology, Chemistry and Geography, Armenian State Pedagogical University after Kh. Abovyan,
Yerevan, Armenia

²Scientific center of Agriculture, Ministry of Agriculture, Echmiadzin, Republic of Armenia, Echmiadzin, Armenia

³Yerevan State University, Yerevan, Armenia

⁴Department of Genetics and Cytology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia

⁵Research Group of Plant Genetics and Immunology, Institute of Molecular Biology of NAS RA,
Yerevan, Armenia

SUMMARY

One of the prospective aspects to manage the modern agriculture is involvement of biological substances in husbandry systems. Nowadays the innovative technologies of crop production by application of biologically active compounds are the most applicable and environment-friendly alternative which essentially improve the ecological state of agrophytocenosis and increased the efficiency due to integrative effects. The purpose of the presented study was evaluation of melanin influence as a natural stimulator on the quantitative and qualitative characteristics of winter wheat Syuniq. According to the obtained results the presowing treatment of seeds of winter wheat Syuniq using 0.07% of melanin solution positively influenced on the initial phases of ontogeny and further development of plants, promoting the improvement of biological and qualitative indicator parameters. The effect of melanin on the yield of winter wheat Syuniq in the presowing treatment of seeds was confirmed.

Key-words: *winter wheat, seed, presowing treatment*

INTRODUCTION

Armenia is a landlocked country with limited natural resources, covering an area of 29 800 km². It is located in Southern Transcaucasus, at the crossroads of Western Asia and Eastern Europe. Armenia is a typical mountainous country, where about 90% of territory is over 1000m above sea level, average height of territory makes 1830 m. Geographical situation of Armenia, complex mountain relief and high-altitude zoning of territory have caused a unique variety of natural conditions and natural resources. The territory of Armenia is specific for strongly pronounced vertical alternation of six basic climate types - from dry subtropical up to severe Alpine, and temperature contrasts, where only 47% of the total land fund is suitable for agricultural use.

At present, the agricultural sector remains essential for the economy of the country. Being a poor land country Armenia has adopted and follows a policy mainly aimed at the most efficient use of lands and biodiversity preservation. Conservation of existing diversity and issues of human health have become increasingly important in the context of current global climate changes.

Towards the sustainable development strategy of agriculture and rural development 2010-2020 of the Republic of Armenia the main problems encompass the following tasks: i) increasing land use efficiency, ii) development of organic agriculture, iii) improvement of food security and sufficiency.

During the last years in parallel with conventional agriculture, the organic agriculture as one of the promising alternatives has been developed in many countries. Organic agriculture is part of Armenia's sustainable development concept and is a priority area in the government's agro-food policy. It is a system that begins to consider potential environmental and social impacts by eliminating the use of synthetic inputs, such as synthetic fertilizers and pesticides, genetically modified seeds and breeds, preservatives, additives and irradiation. These are replaced with site-specific management practices that maintain and increase long-term soil fertility and prevent pest and diseases (Avdeenko, 2015).

One of the prospective aspects to manage the modern agriculture is involvement of biological substances in husbandry systems (Ghițau et al., 2010). Nowadays the innovative technologies of crop production by application of biologically active compounds are the most applicable and environment-friendly alternative which essentially improve the ecological state of agrophytocenosis and increase the efficiency due to integrative effects (Azaryan et al., 2014). There are described different ways of application of biologically active compounds, which can be used in the presowing treatment of seeds and by root nutrition (Pravin et al., 2016).

It is well known that the efficiency of the growth stimulators differs depending on the type, mechanism of influence, density and exposure of the substance. The biological substances have a high activity even in small doses application, which in contrast to the synthetic growth stimulants widely used in conventional agriculture is a privilege (Calvo et al., 2014, Chojnacka, 2015). Application of biologically active substances in agriculture has certain advantages: i) can be used at different stages of vegetation as they do not contain harmful elements and do not accumulate in the soil ii) contributes to the increase of photosynthetic surfaces and preservation of biochemical parameters of plant products iii) having organic origin are not affected on the environment and are mostly environment-friendly.

The highest physiological activity of bacterial melanin (BM) as a potential stimulator for plant growth and development obtained at the Scientific Center of Biotechnology of the Republic of Armenia was confirmed (Popov et al., 2005). The effectiveness of bacterial melanin was confirmed also during grape and stone fruits cultivation (Azaryan et al., 2007). It was shown, that the single application of melanin can stimulate the plant growth, development and promotion to the faster transition to the reproductive stages.

The purpose of the presented research was evaluation of melanin influence as a natural stimulator on the quantitative and qualitative characteristics of winter wheat Syuniq.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out at laboratory and field conditions. Field experiments were conducted on the basis of the Armenian Scientific Center of Agriculture of the Ministry of Agriculture, located in Echmiadzin, Armavir province. The region is characterized by dry and sharply continental climate and the cultivation of agricultural crops is conducted under irrigation. Agriculture in this region is mainly based on production of cereals and vegetable, perennial grasses, grapevines and fruits.

In laboratory conditions the effect of melanin in the presowing treatment of winter wheat Syuniq seeds was studied. For this purpose, the seeds were pretreated with different concentrations of melanin (0.03, 0.07 and 0.1%). As negative control seeds were treated by water. For both of them the cultivation time was 24 hours, following germination at 25°C in thermostat. On the third day the energy of germination and on the seventh day the potential of germination were estimated. The experiments were carried out in duplicate, for each replication 100 seeds were used. For promising variants the experiments were continued in field conditions.

Data on precipitation (mm) and air temperature (°C) relative humidity for the research period in Echmiadzin, Armavir province, are presented in the Tables 1 and 2.

Table 1. Monthly and yearly summaries of precipitation (mm) in Echmiadzin

Year/month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2016	35.9	12.8	10.5	8.4	32.1	19.7	33.8	6	18	15.8	32	35.1
2017	16.8	7.6	8.2	13.7	35.4	3.3	2.4	5.5	1.2	31.5	27.3	8.7

Table 2. Monthly and yearly summaries of temperature (°C) in Echmiadzin

Year/month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2016	-2.1	4.2	8.6	13.9	17.9	22.3	25.7	26.8	19.8	12.5	3.6	-4.0
2017	-9.0	-8.1	6.1	13.1	18.3	23.7	27.5	27.8	23.0	12.5	6.9	1.4

The field experiments were carried out in four replications, with 50 m² of planting area and 250 kg/ha of seeding norm. From two non-related replication areas four 0.25 m² permanent surfaces were separated for purpose of phenological observations and biometric measurements. Before harvest, for all the plants from permanent areas the structural elements of yield were determined in laboratory conditions. The received data were estimated according to the mathematical processing (Dospechov, 1985). Seed quality was determined in the samples collected from the total mass of yield according to GOST (GOST 9354-67 *, 1977). The biological indicators of the variety, the structural elements of the yield and the technological and seeding parameters of the seed were studied.

RESULTS AND DISCUSSION

According to the obtained results carried out in the laboratory conditions, the optimal concentration for presowing treatment of winter wheat Syuniq was 0,07 % of melanin. This concentration of melanin stimulated seed germination in 100% both in laboratory and field conditions, while according to Ghițău *et al.*, 2010, the highest percent of seed germination treated with stimulators of different origins, was no higher than 95.5%. Obtained results of melanin influence on winter wheat Syuniq are presented on Table 3.

Table 3. Influence of melanin treatment on winter wheat Syuniq in the laboratory conditions.

Treatment	Energy of germination, %	Germination, %
Control	95,5	97,5
Melanin 0,03%	94	97
Melanin 0,07%	100	100
Melanin 0.1%	84	90

Based on the obtained results carried out in the field conditions indicated that in the experimental variants treated with 0.07% of melanin germs grown comparable simultaneously and two days earlier in comparison with control variants. According to the obtained data, the germination of treated variants was higher on 5, 3% in contrast to control variants. Obtained results of influence of melanin treatment on biological indicators of winter wheat Syuniq are presented on table 4.

Table 4. Influence of melanin treatment on biological indicators of winter wheat Syuniq

Treatment	Field germination, %	Frost resistance,%	Viability, %	Plant height, sm	Roots dry mass on the end of vegetation, gr.
Control	66,9	92,3	90,7	105,5	10,38
Melanin 0,07%	72,2	94,8	94,9	108,9	12,56

The positive effects of melanin observed in early stages of ontogenesis have also been maintained at later stages of plant growth and development. Thus, in comparison with the control variants, the level of germination increased in 2.5% and the viability was increased in 4.2%. Biometric measurements have shown that in case of melanin treated variants the plants are higher in 3.4 cm and the root dry mass in 2.18 g more in comparison with control variants.

The yield of winter wheat is forming due to the preserved plants in 1m² area and to the quantity of effective stems at the end of the vegetation (Adhikary et al., 2009). The results presented on Table 5 approved that in melanin treated variants at the end of vegetation in comparison of control variants are preserved more plants led to the effective tillering of plants.

Table 5. Influence of melanin treatment on common and effective tillering of winter wheat Syuniq

Treatment	Plants quantity at the end of vegetation, pcs	Stems per 1m ²		Tillering, pcs	
		common	effective	common	effective
Control	33,0	105,8	94,3	3,2	2,9
Melanin, 0,07%	39,5	144,4	133	3,7	3,4

Melanin has also shown a positive stimulating influence on the structural elements and yields of winter wheat Syuniq (Table 6). In melanin treated variants the number of spikelets in spikes (20.2), as well as the number of grains (56) and weight (3.1 g) were higher in comparison with control variant. As a result, a high yield was obtained, which exceeded the control variants for 13.6%.

Table 6. Influence of melanin treatment on the structural elements of winter wheat Syuniq

Treatment	Height of spike, sm	Number of spikelets per spikes, pcs	Number of grains per spike, pcs	Grains mass per spike, gr.	Mass of 1000 grains, gr.	Yield, c/ha	Additive yield, c/ha
Control	7,8	19,6	50,9	2,8	47,6	48,4	-
Melanin 0,07 %	8,2	20,2	56,0	3,1	54,0	55,0	6,6
The smallest Average Difference (SAD ₀₅)	0,4	0,3	3,4	0,01	3,8	2,8	

It is well known that many factors as varietal, climatic and agrotechnical affecting the quality of wheat seeds (Ernst, et al. 2016, Sidlauskas & Bernotas, 2003). Obtained results of the presented study approved, that besides the above mentioned factors, the presowing treatment of seeds with 0.07 % of melanin has shown stimulating influence on winter wheat cultivation.

Table 7. Influence of melanin treatment on technology and quality of cultivation indicators of winter wheat Syuniq

Treatment	Gluten, %	Volume weight, g/l	Vitreousness, %	Fractional content, g			
				3,0 mm	2,6 mm	2,4 mm	2,2 mm
Control	25,0	763,1	65,5	696,9	280,6	19,5	3,0
Melanin, 0,07%	29,5	774,6	73,5	902,2	79,3	15,4	3,1

Based on the obtained results, in melanin treated variants the content of gluten was 29,5%, vitreousness was 73,5% and the mass was 774 g/l, in control variants the same parameters were 25%, 65,5% u 763,1 g/l respectively. The nutritional value of winter wheat is due to high content of gluten and vitreous. It should be underlined, that the important argument in the use of biological compounds is the fact, that these substances have a potential to effect on the quality of the yield of winter wheat, increasing the content of proteins and reducing the content of heavy metals in the grains. In the frame of presented study the effect of melanin on the main indicator parameters characterizing the quality of winter wheat Syuniq was revealed.

Thus, according to the results obtained in the laboratory conditions, on the third day of cultivation the germination energy of control variants was 95.5%, in comparison with melanin treated variants, where the germination energy was 100%, which approved the positive impact of melanin treatment on the viability of grains. In the field conditions, viable grains have provided more than 5.3% of field germination. The study of fraction content of grains (in per kg) revealed that in two variants the large fraction of grains (3.0 mm) dominated, but in the melanin treated variants the grains were more homogenous.

CONCLUSIONS

The presowing treatment of seeds of winter wheat Syuniq using 0.07% of melanin solution positively influenced on the initial phases of ontogeny and further development of plants, promoting the improvement of biological and qualitative indicator parameters and increasing the yield. The key factors in our experiments were the selected correct concentration (0.07%) of melanin and treatment time (24 h.). It was revealed that selected concentration of melanin promoted the simultaneous germination of seeds, detected 2 days earlier in comparison with control variants.

In the filed conditions, for the melanin treated variants comparable higher germination and frost resistance were determined. Biological simulator effected also on the quantity of the preserved plants in the field at the end of vegetation, promoted to increase the quantity of effective spikes and productivity of yield. Additive yield was 6.6 c / ha. In melanin treated variants of winter wheat Syuniq the indicator parameters as germination energy, germination in the laboratory conditions, mass of 1000 grains and homogeneity characterizing the quality of cultivation of seeds also were improved after melanin treatment.

REFERENCES

1. Adhikary, S.K., Alamandn, M.Z.& Paul, N.K. (2009). Variation of grain growth of wheat cultivars. *Bangladesh J. Agril. Res.* 34(3), 351-359.
2. Avdeenko, A.P. (2015). Influence of modern growth factors of efficiency of *Hordeum vulgare* in the conditions of the Rostov region. *International Research Journal*, 7(38), 103-106.
3. Azaryan, K. G., Popov, Yu. G., Pogosyan, G.S., Gulamiryan R.S., Vardanayn, G.G. (2007). Stimulation of rhizogenesis of grapevine cuttings. *Vinodelie i vinogradarstvo*, 1, 34-35. (in Russian)
4. Azaryan, K.G., Popov, Yu.G., Hovsepyan, A.S., Avetisyan S.V.(2014). Perspectives of Natural Stimulators Application in Plant Cultivation. Proceedings of the Eurasian Symposium on Vegetables and Greens. *Acta Horticulture*, 1033, 65-75.
5. Calvo, P., Nelson, L. & Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants, *Plant Soil*, 383, 3-41. Chojnacka, K. (2015). Innovative bio-products for agriculture. *Open Chemistry*, 13, 932-937.
6. Dospekhov, B.A. (1985). Methods of field experience. *Kolos*, 225-226. (in Russian)

7. Ernst, D., Kovar, M., Cerny, I. (2016). Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*, 17(4), 998-1012.
8. Ghițău, C. S. & Donțu, G. D. (2010). Effect of biostimulators on some biological features of winter wheat. *Seria Horticultură*, 53(1), 557-562.
9. Popov, Yu. G., Azaryan, K. G., Petrossyan, M. T., Agadjanyan, J. A., Shcherbakova, E. N. (2005). Hormon-like influence of bacterial melanin on the cultivated plants. *Revue of Cytology et Biology vegetales - Le Botaniste*, 28(s.i.), 252 -259.
10. Pravin, V., Rosazlin, A., Tumirah, K., Abdullah, K., Salmah, I., Amru, N.B. (2016). Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability. *Molecules*, 21(5), 573.
11. Sidlauskas, G. & Bernotas, S. (2003). Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*, 1(2), 229-243.

POLLEN CHARACTERIZATION OF WHEAT VARIETIES WITH DIFFERENT PLOIDY

Sadoyan R.¹, Piltakyan A.¹, Nebish A.^{2,3}

¹Armenian State Pedagogical University after Kh. Abovyan, Faculty of Biology, Chemistry and Geography, Yerevan, Armenia

²Yerevan State University, Department of Genetics and Cytology, Yerevan, Armenia

³Institute of Molecular Biology of NAS RA, Research group of Plant genetics and Immunology, Yerevan, Armenia

Armenia is the ancient homeland of numerous crops including wheat. Wheat cultivation started approximately in XIII-XII millennium B.C. in Armenian highland and even now wild relatives of wheat are quite widespread in Armenia. It is well known that the wild relatives of crops play a significant role in the development of cultivars with desired characteristics and provide valuable and stable genes for disease and pests resistance, high protein content, tillering, frost and drought resistance and other economically desirable attributes. Wild progenitors of cultivated wheat species are an important source of variability for breeding programs to obtain new cultivars with improved quality, stable yield and reduced economic and environmental costs.

The main goal of the presented research was comparative characterization of the pollen of some cultivated and wild wheat species growing in Armenia. The objectives of our research were genotypes from *Triticum* species including cultivated *T. aestivum* L. var. Nairi and var. Delfi (both $2n=42$), *T. durum* Desf. var. arandani ($2n=28$) and wild *T. boeoticum* Boiss. ($2n=14$). The material of flowers was sampled from the experimental station of the Scientific Center of Agriculture (Echmiadzin). For estimation of pollen fertility and measurement of pollen grains the method of the acetocarmine staining was used. The data of pollen fertility were obtained on the basis of analysis of circa 5000 pollen grains in each variant. The evaluation of measurements of pollen grains were carried out on the base of analysis 200 randomly taken pollen grains per sample using Motic 10 digital microscope by ImageJ software. Mean values, standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV) were calculated for each sample in Excel.

In reproductive biology the key role plays the development and formation of both female and male gametophytes. In our study the results of pollen fertility demonstrated wide range in investigated species. The high levels of pollen fertility more than 90% were revealed for all genotypes excepted *T. aestivum* var. nairi with fertility 79,8%.

Morphometric analysis of pollen revealed the formation of pollen grains with average sizes from $78,7 \pm 25,97$ for *T. boeoticum* to $122,57 \pm 9,48$ for *T. aestivum* var. delfi. As it was expected the pollen size increases with the ploidy level of the genotypes. At the same time the interspecific differences were registered between nairi and delfi varieties of *T. aestivum* with pollen average sizes 107,61 and 122,57 respectively. In our study the highest level of CV was registered for *T. aestivum* var. nairi and *T. boeoticum* 30-33% which could present more potential for adaptivity to climate change.

The presented results can provide essential basis for future strategies in agriculture management in Armenia to reach target yields. Besides, the wheat cultivars and wild species with high viability and high quality will be

recommended as important source for target breeding. Their research is important for obtaining new hybrids in terms of enhanced capability adapting to the changing environment.

**СЕКЦИЯ №65.
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)**

**СЕКЦИЯ №66.
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)**

**СЕКЦИЯ №67.
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)**

**СЕКЦИЯ №68.
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)**

**СЕКЦИЯ №69.
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)**

**СЕКЦИЯ №70.
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

**СЕКЦИЯ №71.
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)**

**ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ
ГОРОДСКИХ ГАЗОНОВ**

Чумачева Н.М., Краснослободцева А.Е., Скрябина А.А.

ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск

Аннотация. Статья посвящена проблеме озеленения городских территорий. Обсуждаются способы горизонтального озеленения газонами разных видов, рассматриваются преимущества и недостатки в их использовании, подбор семян для травосмесей, проанализирован рынок цен на газоны.

Ключевые слова: виды городских газонов; нормирование зеленых насаждений; основные способы посева; рулонный газон; сеяный газон; гидропосев; подбор семян; состав травосмесей.

Современные города являются источниками загрязнений воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы. В связи с этим благоустройство и озеленение городов приобретает особое значение для создания более высокого уровня жизни, улучшения экологического состояния. Зеленые насаждения очищают атмосферу (выделяют фитонциды, бактерициды), кондиционируют воздух, снижают уровень шумов, препятствуют возникновению ветровых режимов, создают микроклимат, имеют эстетическое значение.

В России зеленые зоны находятся в катастрофическом состоянии, не соблюдаются нормы озеленения. Общая норма площади насаждений на улицах на одного жителя должна составлять 4,5м² [4]. Указанная средняя норма изменяется в зависимости от размеров города, в крупных городах, где больше магистралей, эту норму целесообразно повысить до 5м² на одного жителя [4,7]. Нормирование зеленых насаждений города осуществляется в зависимости от его назначения (административный, промышленный,

научный, культурный центр), размера территории, плотности застройки, климатических условий, существующего архитектурно-планировочного решения города [7]. Норма площади озеленения городов, установленная ВОЗ равна 50м² городских зеленых насаждений на одного жителя. Плохими по условиям озеленения считаются города, где растительность занимает менее 10 % площади города, хорошими— 40-60 % [2].

Принципиальным вопросом в решении озеленения городских улиц, скверов, парков является выбор приема озеленения. Основным видом горизонтального озеленения является городской газон. Он должен обладать определёнными характеристиками: быть неприхотливым, способен обладать морозоустойчивостью и устойчивостью к вытаптыванию.

Основными типами городских газонов являются декоративные (партерный, парковый, луговой, мавританский, спортивные, специальные [3].

Травяное покрытие декоративных газонов используется возле домов, дач, в парках и местах отдыха. Травянистый покров состоит из специальных видов растений, которые благодаря очень быстрому разрастанию создают густой ковер зелени. Спортивные газоны создают из злаковых трав, которые способны переносить большие нагрузки и очень быстро восстанавливаться. Состав травосмеси для озеленения зависит от вида спорта. Специальные газоны формируют на откосах и склонах. Для них применяются травы, имеющие очень сильную корневую систему, укрепляющую почву. Специальные газоны отличаются способностью поглощать вредные вещества в больших объемах, отлично поглощают шум.

К настоящему времени разработаны и применяются на практике различные способы устройства газонов, в зависимости от их назначения. В ландшафтном дизайне наиболее востребованы три способа создания газона: посевной, гидропосев и рулонный [5].

Рулонный газон — это дернина газонных трав, выращенная посевом семян на специальные маты рыхлой структуры из растительного (джут) или искусственного волокна. Готовая дернина свёртывается рулонами, удобными для транспортировки. Механизированная бригада в составе трёх человек выполняет укладку газона в среднем по 150м² в день. Газон полностью готов к эксплуатации уже через 20-25 дней [8].

Преимущества использования рулонных газонов заключаются в минимальном количестве сорных трав в покрове, устойчивости к засухам и морозам, высокий иммунитет к заболеваниям, достаточная долговечность.

В качестве недостатков рулонных газонов можно отметить относительно высокую стоимость (в основном за счёт доставки), большой вес и объём рулонов, а также необходимость бережного отношения при транспортировке и разгрузке. Рулонный газон требуют особых условий хранения, для него необходимо регулярное увлажнение и защита от прямых солнечных лучей. Кроме того, срок хранения срезанных рулонов ограничен: 10 суток в прохладную погоду и 5 суток в жаркую [8].

Технология гидропосева предусматривает подготовку смеси из семян травы, специальных склеивающих веществ, удобрений, гидрогеля и мульчи [1]. Смесь разбавляется водой, затем под давлением производится её распыление на подготовленную почву. Назначение гидропосева довольно разнообразно: укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог, искусственное создание насыпей с большой крутизной откоса, контроль за эрозией набережных, берегов озёр и рек, укрепление устоев мостов, восстановление ландшафта на отработанных отвалах, контроль за процессами эрозии почвы в естественных условиях. Гидропосев широко используется для закрытия мусорных свалок с использованием дезодорирующих добавок. Преимущества гидропосева заключаются в высокой всхожести семян, возможности посева в местах, сложных для обработки, на крутых склонах. Гидропосев способствует укреплению структуры почвы, помогает бороться с сорняками и эрозией, восстанавливает обгоревшие участки земли. Недостатками гидропосева является неравномерное распространение травосмеси, потери семян из-за ветра и других погодных факторов, необходимость в специальном оборудовании, включая насос.

Посевной газон наиболее затратный и трудоёмкий в исполнении [6]. Классический метод получения травяного покрова – засевание подготовленного участка семенами. Преимущества посевных газонов: доступная стоимость травосмесей, короткий период адаптации к местным условиям, к засухам, заморозкам, затененности. Недостатками являются: значительные усилия при посеве, медленная и неравномерная

всхожесть, неоднородная густота травяного покрова, длительный период формирования дернины в течение года. Кроме того на этапе приживания газон может быть поврежден птицами, уязвим перед сильными дождями.

Сравнение основных способов посева газонов по качественным параметрам приведено в таблице 1 (табл.1).

Таблица 1.

Сравнительная характеристика качественных параметров устройства газонов

Параметр	Способ устройства		
	Сеяный	Рулонный	Гидропосев
Трудоёмкость	Высокая	Средняя	Низкая
Скорость производства работ	Средняя	Средняя	Высокая
Начало эксплуатации	4-6 недель	Сразу	3-4 недели
Затраты на устройство газона	Средние	Высокие	Низкие
Затраты на содержание	Высокие	Средние	Низкие
Затраты на подготовку поверхности	Высокие	Средние	Низкие
Декоративность благоустроенной поверхности	Низкая	Высокая	Средняя
Эффективность способа устройства газона	Низкая	Высокая	Высокая
Время года для закладки газона	Весна и осень	Весна, лето и осень	
Стойкость к вымыванию на склонах	30 ⁰	70 ⁰	90 ⁰
Кратность полива	Высокая	Средняя	Низкая
Стойкость к эрозии почв	Низкая	Высокая	

Цена на газоны складывается из работ по подготовке почвы, выравниванию поверхности, стоимости семян и удобрений. Средняя цена рулонных газонов по Западно-Сибирскому региону компании «Горгазон» приведена в таблице 2 (табл. 2) [9].

Таблица 2

Примерная цена на существующий грунт при создании рулонных газонов из мятлика

Площадь м ²	Цена 1м ²	Стоимость
до 100 (1 сотка)	220 руб.	22000 руб.
до 200 (2 сотки)	200 руб.	до 40000 руб.
до 500 (5 соток)	180 руб.	до 90000 руб.
до 700 (7 соток)	150 руб.	до 105000 руб.
свыше 1000 м ²	100 руб.	от 100000 руб.

Немаловажным фактором для устройства газона является подбор семян газонных трав. При выборе семян необходимо учитывать назначение и особенности участка для газона, а также биологические особенности травосмеси. Травы из семейства мятликовых не требуют особого ухода, приживаются на бедных почвах, большинство сортов устойчиво к болезням и вредителям. Принцип составления травосмесей заключается в смешивании семян трав различных типов кушения, расположения и мощности корневой системы, различной высоты. Как правило, берут два, три и более видов семян трав с преобладанием растений с корневищным, рыхлокустовым типом кушения. Для партерных газонов применяют один-два

вида трав, как правило, травосмесь из овсяницы красной (80 %) и полевицы тонколистной (20%) или мятлика лугового (20%) [9]. Состав травосмесей для обыкновенного садово-паркового газона включает такие травы, как райграс пастбищный, овсяница красная, тимофеевка луговая, полевица тонколистная, мятлик луговой. Добавление в состав травосмесей быстро развивающегося райграса дает сравнительно быстрый эффект получения зеленого покрытия.

Список литературы

1. Гидропосев: оборудование, модели, расходные материалы. Источник: <http://www.ecotechnics.ru/ecoposev/gydroposev.htm>. (дата обращения: 27.09.2019).
2. Нормы и правила по благоустройству территории – «Зеленое строительство» Нормирование и размещение зеленых насаждений города Источник: www.cap.ru/home/380/2013/norma.do. (дата обращения: 27.09.2019).
3. Озеленение. Газоны: технология устройства газона - Гранд-Сервис. Источник: www.ldgrand.ru. <https://www.google.ru/search?newwindow>. (дата обращения: 27.09.2019).
4. Проектирование садов и парков. Быт. Хозяйство. Строительство. Техника. Источник: <http://bibliotekar.ru/5-ozelenenie/2.htm>. (дата обращения: 27.09.2019).
5. Современное городское озеленение: основные правила и целевые задачи. 10 нояб. 2017 г. Источник: yopolis.ru/.../2162-sovremjennoje-gorodskoje-ozeljenjenje-osnovnyje-pravila-i-cjelj... (дата обращения: 27.09.2019).
6. Способы посева травосмеси газона. Источник: <http://www.trawa.ru/stati6.shtml>. (дата обращения: 27.09.2019).
7. СП 42.13330.2016. "Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов" актуализированная редакция СНиП II-60-75* Источник: www.norm-load.ru/SNiP/old-snip/index/new/II-60-75.htm. (дата обращения: 27.09.2019).
8. Устройство газона: технология и стоимость. Источник: vesdizain.ru/kak-parvenu-ustroit-gazon-na-uchastke.html. (дата обращения 27.09.2019)
9. Устройство рулонного газона: технология укладки и выращивания. Источник: <https://diz-cafe.com/ozelenenie/tehnologiya-ukladki-rulonnoego-gazona.html>. (дата обращения: 27.09.2019).

СЕКЦИЯ №72.

БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)

СЕКЦИЯ №73.

ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)

СЕКЦИЯ №74.

ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)

СЕКЦИЯ №75.

МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)

СЕКЦИЯ №76.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)

**СЕКЦИЯ №77.
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)**

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)

**СЕКЦИЯ №78.
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)**

**СЕКЦИЯ №79.
АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)**

**СЕКЦИЯ №80.
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)**

**СЕКЦИЯ №81.
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)**

**СЕКЦИЯ №82.
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)**

**СЕКЦИЯ №83.
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

ГЕОГРАФИЯ

**СЕКЦИЯ №84.
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ,ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ
И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)**

**СЕКЦИЯ №85.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)**

**СЕКЦИЯ №86.
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**СЕКЦИЯ №87.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

ГЕОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ №88.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2019 ГОД

Январь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2019 г.

Февраль 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2019 г.

Март 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2019 г.

Апрель 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2019 г.

Май 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2019 г.

Июнь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2019 г.

Июль 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук**», г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2019 г.

Август 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Информационные технологии естественных и математических наук», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2019 г.

Сентябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки в современном мире», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2019 г.

Октябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Основные проблемы естественных и математических наук», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2019 г.

Ноябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2019 г.

Декабрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития современных математических и естественных наук», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2020 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 «Естественные и математические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Естественные и математические науки:
вопросы и тенденции развития**

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 ноября 2019 г.)**

г. Красноярск

2019 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН),
603086, г. Нижний Новгород, ул. Мурашкинская, д. 7.

Подписано в печать 10.11.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,8.
Тираж 250 экз. Заказ № 117.

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