



NORWEGIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL SCIENCE

№35/2019

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
 - Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
 - Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
 - Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
 - Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
 - Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
 - Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
 - Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
 - Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
 - Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
 - Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
 - Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
 - Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
 - Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
 - Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
 - Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
 - Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
 - Chan Jiang (Peking University, China)
- and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>

CONTENT

BIOLOGICAL SCIENCES

*Lavrinova V., Polunina T.,
Gusev I., Leontyeva M.*

THE EFFECT OF HERBICIDES IN AUTUMN
APPLICATION IN CROPS OF WINTER WHEAT ON
BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY IN THE
NORTHEAST OF THE BLACK EARTH 3

EARTH SCIENCES

*Rybalova O., Artemiev S., Bryhada O.,
Sarapina M., Sharovatova O., Ilyinskiy O.*

HEALTH RISK ASSESSMENT FROM THE INFLUENCE OF
SOILS POLLUTION IN KHARKOV CITY 11

PHYSICAL SCIENCES

Gladyshev G.

LIFE - A SET OF CYCLIC PROCESSES IN THE
UNIVERSE 16

*Soldatov S., Neustroeva K.,
Syromyatnikova M.*

INVESTIGATION OF THERMAL PROTECTION
PROPERTIES OF PRODUCTS AO FAPK
“SAKHABULT” 22

TECHNICAL SCIENCES

Lyssenko V.

DYNAMIC ANALYSIS OF THE DISK TURBINES 31

*Storozhev I.,
Startsev A., Romanov S.*

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE
ENGINE D-240 WITH THE ADDITION OF WATER-
METHANOL MIXTURE IN THE AIR SUPPLY SYSTEM... 35

*Tkachenko O., Tkachenko A., Ovcharuk I.,
Tkachenko K., Radionov B., Chyhyr I.*

MODELING OF PROCESS MANAGEMENT IN ONLINE
LENDING SYSTEMS 44

VETERINARY SCIENCES

*Balyberdin B., Smallininov Yu.,
Yushkova L., Meltsov I.*

ECONOMIC DAMAGE CAUSED BY ANIMAL DISEASES,
ANIMAL HUSBANDRY PRODUCTS DETECTED DURING
VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION 50

BIOLOGICAL SCIENCES

THE EFFECT OF HERBICIDES IN AUTUMN APPLICATION IN CROPS OF WINTER WHEAT ON BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY IN THE NORTHEAST OF THE BLACK EARTH

Lavrinoва V.,

Candidate of Agriculture Sciences, Head of Plants' Protection Laboratory

Polunina T.,

Candidate of Agriculture Sciences, Head of Plants' Protection Laboratory

Gusev I.,

Researcher

Leontyeva M.

Researcher

Middle Russian Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre named after I.V. Michurin»

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ И ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Полунина Т.С.,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Лавринова В.А.,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Гусев И.В.,

научный сотрудник

Леонтьева М.П.

научный сотрудник

Среднерусский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина»

Abstract

The relevance of this study was to reduce the risk of negative aftereffect on winter wheat of the studied combined herbicidal preparations for their autumn use in field experiments. The weed component was identified in winter wheat crops, which is represented by wintering, spring and perennial species, the main weeds were identified during the growing season of the crop. High biological and economic evaluation of herbicides against perennial and wintering weeds is shown.

Аннотация

Актуальность данного исследования заключалась в снижении риска отрицательного последствия на озимую пшеницу изученных комбинированных гербицидных препаратов по осеннему их использованию в полевых экспериментах. Выявлен сорный компонент в посевах озимой пшеницы, который представлен зимующими, яровыми и многолетними видами и определены главные засорители в течение всей вегетации культуры. Показана высокая биологическая и хозяйственная оценка гербицидов против многолетних и зимующих сорняков.

Keywords: weeds, herbicides, autumn application, biological and economic efficiency.

Ключевые слова: сорные растения, гербициды, осеннее применение, биологическая и хозяйственная эффективность.

Введение и обзор литературы. В России более половины всех посевных площадей занимают зерновые культуры, но уровень производства зерна не соответствует потенциальным возможностям нашей страны [1, с. 53]. В системе мероприятий, позволяющих поднять производство зерна, важная роль отводится борьбе с сорняками, видовой состав которых разнообразен. Разнообразный видовой состав, различный характер вредоносности сорняков, неравномерность их распределения в посевах приводит к значительной потере видимой прибавки урожая культуры [2, с. 64].

При выращивании зерновых культур актуальной проблемой остается засоренность полей. Основной причиной вредоносности сорняков в посевах озимой пшеницы является конкуренция между сорными и культурными растениями за влагу и минеральное питание. Зимующие сорные растения обладают более развитой корневой системой и быстрыми темпами роста, чем озимая пшеница, потребляют из почвы большое количество влаги и питательных веществ [3, с. 5]. Многочисленные исследования по изучению вредоносности сорных растений показали, что встречаемость сорняков в

посевах зерновых при одинаковых почвенно-климатических условиях и технологиях выращивания относительно постоянна, но из года в год может колебаться, в зависимости от погодных условий [2, с. 66; 4, с. 295; 5, с. 35; 6, с. 54].

По исследованиям Н.В. Смолина и других [7, с. 38] на протяжении всего 75-летнего периода исследований устойчивое положение в агрофитоценозах занимали бодяк полевой, вьюнок полевой, что объясняется меньшим повреждением их глубокопроникающей корневой системы при обработках, а также устойчивостью к гербицидам. В средней Европе в посевах зерновых максимальное распределение (24-53%) находит подмаренник цепкий, виды пикульника, горчица полевая, редька дикая, бодяк полевой, звездчатка средняя, виды горцев, виды мари и лебеды, виды ромашки, вероники, вьюнок полевой [4, с. 295].

В Московской области отмечено значительное увеличение численности видов ромашки, крестовника обыкновенного и вьюнка полевого, а из однолетних яровых — виды мари и пикульников [8, с. 32], по мнению других авторов [9, с. 267] нарастание малолетних и многолетних корневищных и корнеотпрысковых видов, таких как пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, мята полевая. В северо-восточной части ЦЧР с 2009 по 2010 гг. флора сорняков в основном состояла из однолетних двудольных с преобладанием дымянки лекарственной, мари белой, пикульника обыкновенного [10, с. 58]; с 2010 по 2013 гг. из многолетних видов - бодяка полевого (осот розовый), осота желтого, вьюнка полевого [3, с. 6]; в 2013 г. - фиалки полевой, пикульника обыкновенного, шпорника метельчатого и в 2014 г. - мари белой, ромашки продырявленной, дымянки лекарственной [2, с. 65].

По данным мониторинга в России в девяностые годы в группу десяти наиболее опасных сорняков в посевах озимых входили: вьюнок полевой, бодяк полевой, осот полевой, сурепица обыкновенная, ромашка непахучая, виды щетинника, овсюг, куриное просо [4, с. 296]. В первую очередь на юго-востоке ЦЧЗ это многолетники, из которых наиболее вредоносны бодяк щетинистый и вьюнок полевой [5, с. 35]. По мнению ряда авторов в последние годы, в связи с потеплением климата, отмечено увеличение численности злаковых видов сорняков — пырея ползучего, мятлика однолетнего, метлицы полевой, костра кровельного, лисохвоста полевого [1, с. 55]. В наших исследованиях злаковые были представлены просом куриным (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv в количестве 4-7 шт./м² в течение вегетации.

Эффективность борьбы осложняется высокой приспособляемостью сорного компонента агрофитоценоза к изменению среды обитания [11, с. 35]. Наиболее эффективная борьба с сорняками возможна на основе интегрированного комплекса организационных, предупредительных, агротехнических и химических мероприятий, на что указывают [11, с. 36; 12, с. 10].

В последнее время идет сдвиг к послеуборочному применению и это является уже отдельной

специальной технологией, где за счет переноса срока обработки, разгрузки весеннего пика работ, снятия ограничения по севообороту, уменьшения риска перезимовки, улучшения фитосанитарного состояния поля получают высокий урожай.

Методика исследования. Наблюдение по исследованию эффективности гербицидов проводили на мелкоделяночных опытах филиала «ФНЦ им. И.В. Мичурина» на посевах озимой пшеницы Скипетр. Оценку засоренности посевов определяли количественным методом, который основывается на показателях обилия (численность и масса) [13, с. 23].

В исследованиях использовались гербициды Алистер Гранд МД 1,0 л/га, Атрибут ВГ 0,06 л/га, Фенизан ВР 20 л/га, смесевые формы Примадонна СЭ 0,50 л/га + Зонтран ККР 0,50 л/га и Фенизан ВР 20 л/га + Зонтран ККР 50 л/га. Одним из действующих веществ препарата Алистер Гранд является мезосульфурон метил, который в странах ЕС заслужил репутацию «киллера метлицы» [14, с. 13], кроме того, высокая эффективность в борьбе с райграсом мелкоцветковым, видами канареечника [15, с. 44] костра [16, с. 1033], падалицы рапса [17, с. 41]. Данные работ [18, 19], показывают эффективность подавления флорасуламом (одно из действующих веществ препарата Зонтран) горчицы полевой, звездчатки средней, пастушьей сумки, подмаренника цепкого, редьки дикой, видов ромашки, ярутки полевой.

Целью экспериментов заключалась в решении двух задач: оценке биологической эффективности по отношению к зимующим, яровым и многолетним видам сорняков; определение хозяйственной эффективности осеннего применения гербицидов.

Результаты и их обсуждение.

Погодные факторы осеннего периода: Посев семян 2017 года производился в сухую почву, температура воздуха колебалась от 20 до 29,1°C, В течение второй и третьей декад сентября и первой декады октября (19 дн.) осадков не наблюдалось. Стояла солнечная и ветреная погода, растения находились в стрессовой ситуации. Во время обработки температура воздуха +8°C, через 1,5 часа наблюдались осадки в виде изморози, практически весь день с небольшими промежутками. В декабре был побит температурный рекорд (+6°), сумма осадков составляла 144% от нормы. Культура ушла на зимний период в фазе пяти листьев, не успев раскуститься.

Мониторинг засоренности посевов озимой пшеницы показал, что сорный компонент представляли, главным образом, 3 основные группы видов: зимующие, яровые и многолетние. Как свидетельствуют данные учетов сорняков, проведенных перед осенним опрыскиванием, общая засоренность составляла 156 шт./м² и главным засорителем являлся зимующий сорняк фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), который занимал 83,3% от общей суммы. Всплеск ее численности наблюдался из-за дефицита осадков осенью. Остальные зимующие виды сорняков были представлены вьюнком

полевым (*Convolvulus arvensis* L.), живокостью полевой (*Consojida regalis* L.), которые присутствовали в небольшом количестве (до 9 шт./м²). Зимую-

щая сеgetальная растительность по обилию, значительно превосходила яровую и многолетники (рис.1).

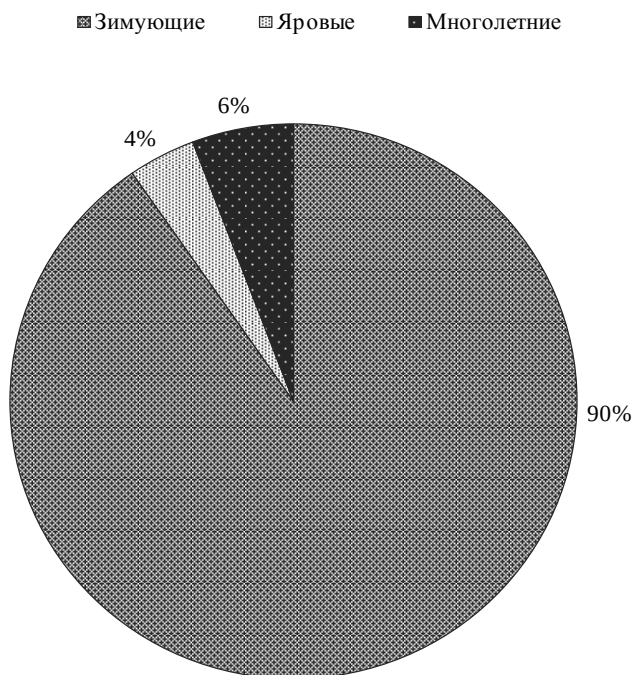


Рис. 1. Соотношение биологических групп сорных растений (по численности) в посевах озимой пшеницы осеннего периода 2017-2018гг

Яровые сорняки были представлены пикульником обыкновенным (*Galeopsis tetrahit* L.), редькой дикой (*Raphanus raphanistrum* L.) численностью от 2 до 4 шт./м². Видовое разнообразие многолетников было невелико (2-5 шт./м²), это бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), мышиный горошек (*Visia cracca*). В осенний период сорная раститель-

ность в основном находилась в фазе 2-6 листьев, исключением служила фиалка полевая, которая отмечалась также и в фазе ниточки.

Данные весеннего учета позволили выявить флористический состав сорного ценоза (141 шт./м²), представленный так же зимующими, яровыми и многолетними сорняками. Яровая сеgetальная растительность по обилию значительно превосходила зимующую и многолетники (рис.2).

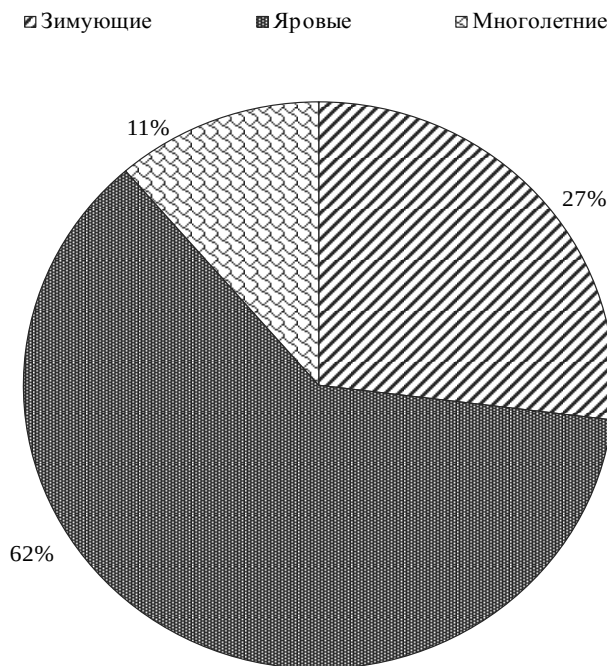


Рис. 2. Соотношение биологических групп сорных растений (по численности) в посевах озимой пшеницы весеннего периода 2017-2018гг.

Среди яровых сорняков доминировали в количестве 26-27 штук виды мари белой (*Chenopodium album* L.) и щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), среди многолетних (10 шт./м²) вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), среди зимующих (16 шт./м²) ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.). Сорные растения были представлены уже 13 видами (против 8 осенью) - марь белая, горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L., *Persicaria maculata* (Rafin) A. ex D. Loeve), чистец однолетний (*Stachys annua*), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), пикульник обыкновенный, щирица запрокинутая, мятликовые ((злаки) Poaceae Barnhart (Gramineae Juss.)), осот полевой, вьюнок полевой, бодяк полевой, ярутка полевая, фиалка полевая, пастушья сумка ((*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic)). Такой разброс в обилии сорняков весной обусловлен, прежде всего, различиями температурных режимов. Через 14 дней численность сорной растительности в контрольном варианте достигала 782 шт./м². Как и перед гербицидной обработкой, преобладающее положение занимала фиалка полевая (743 шт./м²), вьюнок полевой, бодяк полевой и пастушья сумка встречались редко (6-13 шт./м²), остальные сорняки наблюдались в единичном экземпляре. Фиалка полевая отмечалась не только в фазе 2-6 листьев, но и в фазе ниточки. Появление сеgetальной растительности в такой фазе произошло за счет выпадения осадков в виде дождя в конце третьей декады октября.

Изучение перспективных для осеннего применения гербицидных препаратов на посевах озимой

пшеницы. Применение препарата Алистер Гранд показало 100% эффективность против бодяка полевого, мышиного горошка, не сработал по пикульнику обыкновенному (рис. 3). Следующий препарат гербицидного действия Атрибут полностью ингибировал вьюнка полевого и горошка мышиного, сдерживал бодяка полевого на 84,6%, не сработал по пикульнику обыкновенному, редьки дикой. Смесевая форма Примадонна + Зонтран 100% снижала распространение пастушьей сумки и пикульника обыкновенного. Подавление вьюнка полевого и фиалки полевой отмечалось в пределах 85,5-92,3%, бодяка полевого, горошка мышиного и редьки дикой от 66,7 до 76,9%, что говорит о целесообразности осеннего применения данной смеси обработки. Баковая смесь Фенизана с Зонтраном позволила выявить максимальную эффективность (100%) против редьки дикой, горошка мышиного, пикульника обыкновенного, вьюнка полевого. Практически равную биологическую эффективность (79,7-84,6%) отмечалась по фиалке полевой, пастушьей сумке, бодяку полному. Использование препарата Фенизан показало 100% угнетение бодяка полевого, горошка мышиного, редьки дикой, против пастушьей сумки - 83,3%, вьюнка полевого - 92,3%. Численность пикульника обыкновенного осталась без изменений и после обработки. В целом, осенний учет выявил гибель сорняков от применения Алистер Гранд на 74,9%, Атрибут - на 41,2%, Примадонна + Зонтран - на 90,2%, Фенизан + Зонтран - на 43,5%, Фенизан - на 80,3%.

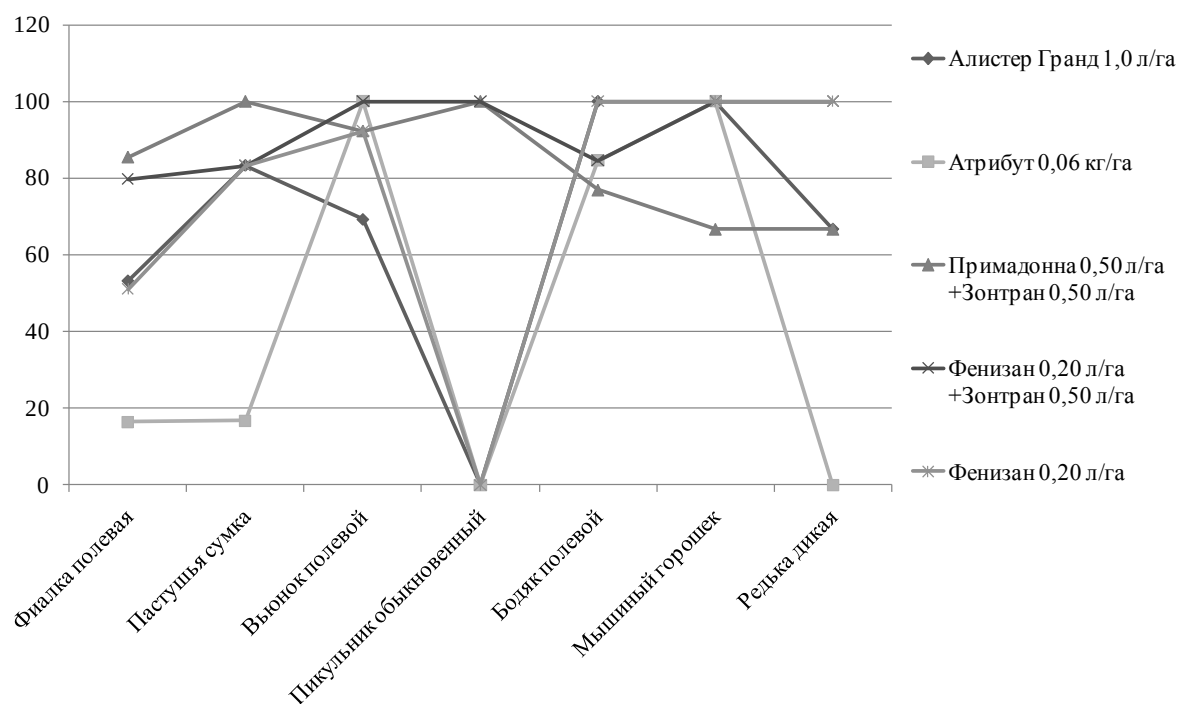


Рис. 3. Видовая чувствительность сорного ценоза озимой пшеницы к гербицидам

Погодные факторы весенне-летнего периода: после перезимовки весной быстрое прогревание почвы способствовало росту сорных растений. Малое количество осадков в мае и июне привело к нарушению водного питания, наблюдалась воздушная засуха. Во второй декаде июля выпало максимальное количество осадков, что сказалось на увеличении количества и массы сеgetальной растительности. И все же растения озимой пшеницы и сорняки к концу вегетации находились в стрессовой ситуации, накопление тепла шло с опережением обычных сроков. Наблюдалась не только воздушная, но и почвенная засуха. В первой декаде июня температура почвы на глубине 5 см находилась в пределах 24,1-32,8, в третьей декаде июля - 20,3-26,7°C.

Весной продолжалось формирование сорной растительности, которая в обработанных вариантах достигала 41-61 шт./м², зеленая масса сорняков колебалась в пределах от 188,5 до 234 г/м²; в контрольном варианте - 141 шт./м², 560 г/м² соответственно. Сорная флора максимально была представлена видами мари белой и щирицы запрокинутой. Применение препарата Алистер Гранд показало 100% эффективность против осота полевого, против бодяка полевого, горца почечуйного, ярутки полевой - 75-87,5% (рис. 4). Следующий препарат Атрибут полностью подавлял дымянку лекарственную, бодяка полевого, осота полевого и злаковые сорняки. Высокую эффективность

гербицид показал против пастушьей сумки, ярутки полевой (81,2-84,6%). Смесевая форма Примадонна + Зонтран на 100% снижала такие виды сорняков как бодяк полевой, фиалка полевая, дымянка лекарственная. Баковая смесь Фенизан + Зонтран угнетающе действовала на дымянку лекарственную, бодяка полевого. Значительный эффект (70,0-84,6%) отмечался по отношению к ярутке полевой пастушьей сумке, фиалке полевой, пикульнику обыкновенному. Применение препарата Фенизан обеспечивало 100% эффективность борьбе с дымянкой лекарственной, пастушьей сумкой, бодяком полевым. Высокая эффективность гербицида (70-93,7%) отмечалась против чистеца однолетнего, фиалки полевой, пикульника обыкновенного, щирицы запрокинутой, ярутки полевой. В целом, весенний учет осенней обработки выявил гибель сорняков от применения Алистер Гранд на 56,7%, Атрибут - на 61,7%, Примадонна + Зонтран - на 61,7%, Фенизан + Зонтран - на 66,7%, Фенизан - на 70,9%.

Основная причина более высокой эффективности поздних осенних сроков применения гербицидов заключается в том, что при низких температурах воздуха большее количество действующего вещества, попадая в почву, сохраняется к моменту весеннего отрастания первой волны сорняков, что приводит к эффективному подавлению не только зимующих, но и ранних яровых сорных видов [1, с. 56].

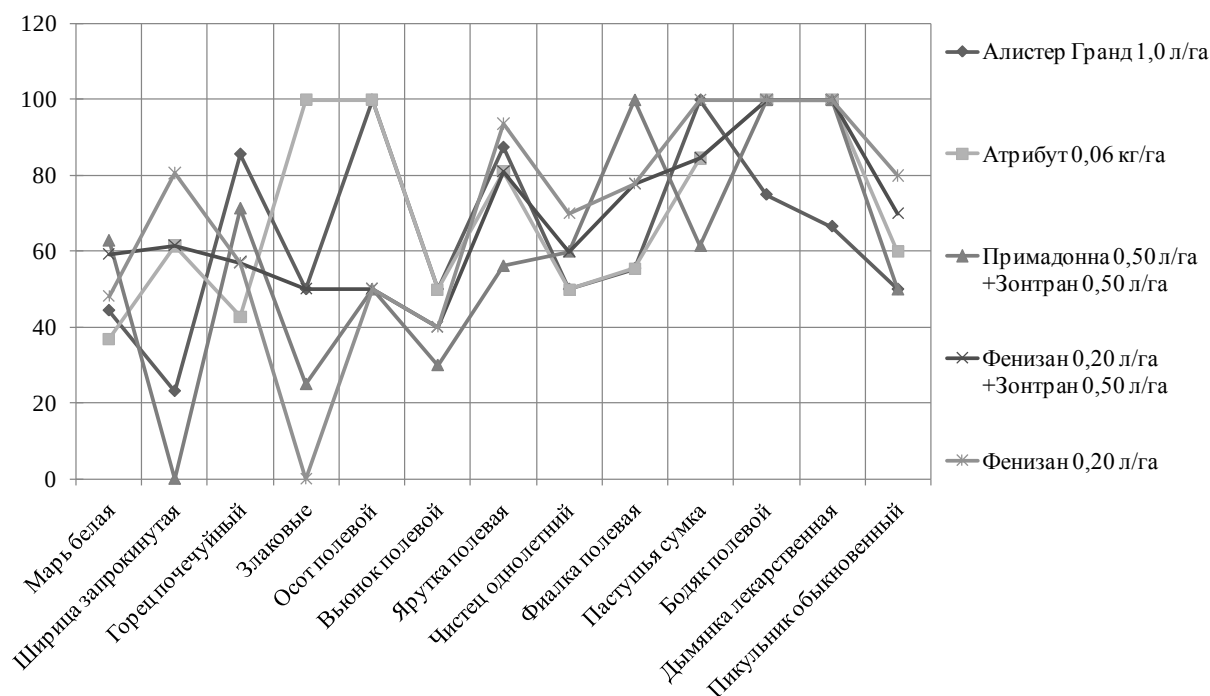


Рис. 4. Видовая чувствительность сорняков к гербицидам в фазу кушение-трубкавание

Перед уборкой урожая была сделана оценка зрелости посевов, которая основывалась на численности и массе для выявления эффективности гербицидов. В контрольном варианте она составляла 78 шт./м² и 355 г/м², в обработанных - 9-16 шт./м² и весом от 35,8 до 84,8 г/м² соответственно. По сравнению с весенним учетом произошло и количественное и весовое снижение сеgetальной растительности к контрольному варианту. Весной отмечалось 13 видов, перед уборкой сорняков было уже 22, многие из которых встречались в единичных экземплярах. Доминирующее положение занимали вьюнок полевой и чистец однолетний.

В целом, увеличение сорной растительности произошло из-за интенсивных осадков в июле и в последних декадах июня. Спровоцировался рост яровых ранних - молочая лозного ((*Euphorbia waldestinii* (Sojak) Czer.)), горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.), торицы полевой (*Spergula arvensis* L.), гречишки вьюнковой (*Fallopia convolvulus* L.), зимующих - ромашки продырявленной (*Matricaria perforata* Merat), незабудки полевой (*Myosotis arvensis* (L.) Hill), и малочисленного двулетника смолевки обыкновенной (*Silene cucubalus* Wib). Появившиеся в этот период сорняки второй волны уже

не могли оказать влияние на снижение урожайности озимой пшеницы.

В наших исследованиях в конце вегетации озимой пшеницы на опытных делянках отмечались сорняки в угнетенном состоянии (отстающие в росте, с недоразвитой розеткой листьев, т.е. не способные дать семена). С применением препарата Алистер Гранд таких сорняков было 38,5%, Атрибут - 48,3%, смесевой формы Примадонна + Зонтран - 47,8%, баковой смеси Фенизан + Зонтран - 40,0%, Фенизан - 55,0%. Несмотря на высокую эффективность Фенизана, максимальное же снижение сорной растительности (84 шт.) отмечалось после обработки Атрибутом на протяжении всего вегетационного периода (от 113 до 29 штук).

Перед уборкой урожая биологическая эффективность Алистер Гранд достигала 63,6-85,7% по отношению к злаковым, вьюнку полевому, пастушьей сумке, мари белой, пикульнику обыкновенному, чистецу однолетнему, щирице запрокинутой. Против видов горца, ярутки полевой препарат был не эффективен, остальная сеgetальная растительность подвергалась 100% уничтожению (рис. 5).

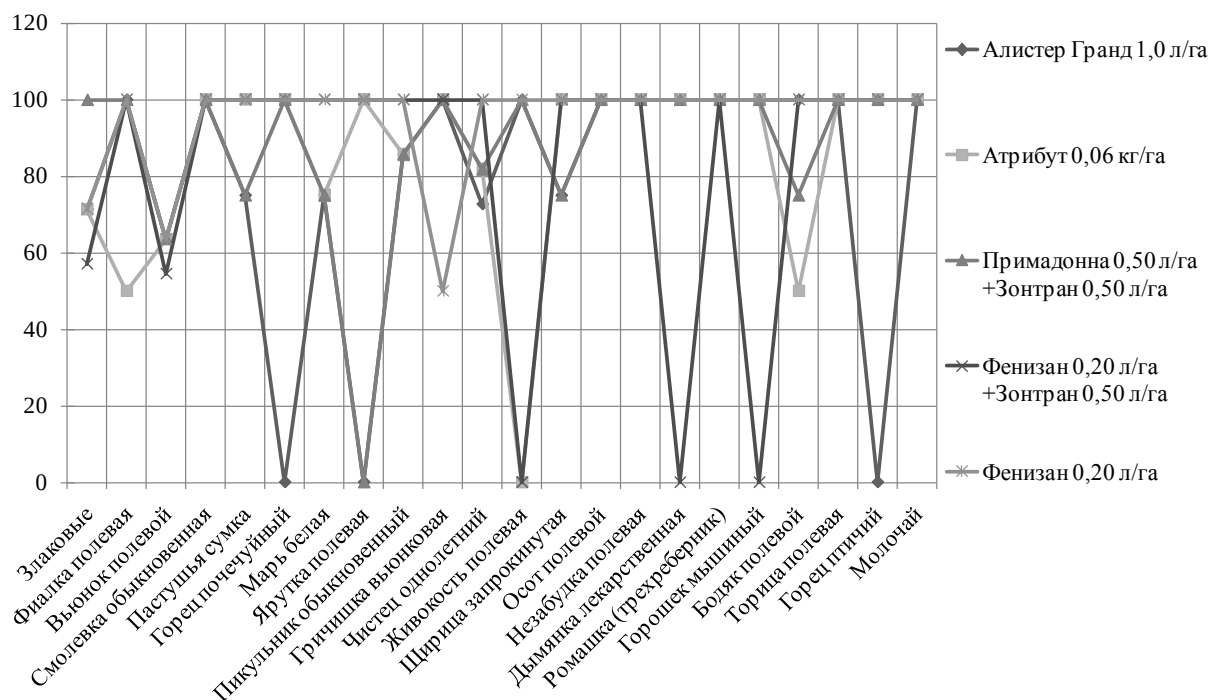


Рис. 5. Биологическая эффективность гербицидов при осеннем применении в посевах озимой пшеницы в конце вегетации

Атрибут на 50-85,7% снимал такие виды сегетальной растительности, как фиалка полевая, вьюнок полевой, марь белая, пикульник обыкновенный, чистец однолетний, бодяк полевой и злаковые. Гербицид не смог убрать живокость полевую, по отношению к другим сорнякам отмечалась высокая степень подавления (100%). Изначально заявленная биологическая эффективность баковой смеси Примадонна + Зонтран оставалась на таком же уровне вплоть до уборки урожая. Снижение засоренности на 63,6-85,7% отмечалось против вьюнка полевого, пастушья сумка, мари белой, щирицы запрокинутой, бодяка полевого, чистеца однолетнего, пикульника обыкновенного. Ярутка полевая оказалась устойчивой к применению данной смеси форм гербицидов, остальные сорняки полностью были уничтожены. В смеси Фенизан + Зонтран подавление вьюнка и злаковых осуществлялось на 54,5 -57,1%, живокость полевая, дымянка лекарственная, горошек мышиный были не сняты, против остальных композиция имела 100% эффект. Снижение засоренности по препарату Фенизан составляло из них 19 растений на 100%, а такие как гречишка вьюнковая, вьюнок полевой и злаковые были подавлены на 50-71,4%.

В целом, учет перед уборкой выявил гибель сорняков от применения Алистер Гранд на 79,5%, Атрибут – на 82,0%, Примадонна + Зонтран – на 84,6%, Фенизан + Зонтран – на 84,6%, Фенизан – на 88,8%. Высокая фитотоксичность испытываемых препаратов оказала свое влияние и на снижение вегетативной массы сорных растений. К концу вегетации культуры от применения Алистер Гранд она

уменьшилась на 78,9%, Атрибута – на 76,1%, Фенизана – на 82,5%, использование баковой смеси Примадонна с Зонтраном – на 89,9%, смеси Фенизана с Зонтраном – на 82,5%.

Урожайность гербицидных обработок на фоне фунгицидного и инсектицидного опрыскиваний растений отмечалась в пределах 3,55-4,39 т/га. Алистер Гранд - 3,55 т/га (49,2%), Атрибут – 3,86 т/га (62,4%), Примадонна с Зонтраном - 3,86 т/га (62,4%), Фенизан с Зонтраном – 4,35 т/га (82,6%), Фенизан – 4,39 т/га (84,5%).

Заключение.

В результате проведенных исследований выявлено преимущество осеннего срока применения комплексных гербицидов, смесевых форм содержащих в своем составе вещества почвенного действия, в борьбе с многовидовым ценозом сорняков в условиях Центрального Черноземья России. Благодаря успешной борьбе с сорняками в неблагоприятных погодных условиях удалось повысить урожайность озимой пшеницы. Воздействие гербицидов сводилось к гибели части сорных растений в осенний период и ухудшению физиологического состояния выживших сорняков, благодаря чему впоследствии они погибли во время перезимовки. Основными биологическими группами сорняков были яровые, многолетние (корнеотпрысковые) и зимующие. Флористическое разнообразие сорного ценоза определялось (при прочих равных обстоятельствах) погодными условиями периода вегетации озимой пшеницы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В., Протасова Л.Д., Абубикеров В.А., Спиридонова Г.С., Калимуллин А.Т., Спиридонова И.Ю., Босак Г.С. Итоги многолетнего изучения осеннего применения гербицидов в посевах озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья РФ // *Агрохимия*. 2017. № 8. С. 53–67.
2. Лавринова В.А., Евсеева И.М. Сорная растительность в посевах озимой пшеницы северо-восточной части ЦЧР // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 4. С. 64–69.
3. Лавринова Т.С. Влияние возрастающих доз азотного удобрения на урожайность, качество и фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в северо-восточной части Центрально-Черноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2013. 26 с.
4. Шпаар Д. Зерновые культуры // *Выращивание, уборка, доработка и использование / под общ. ред. Д. Шпаара*, М.: ИД ООО DLV АГРОДЕЛО, 2008. Т. 1. 336 с.
5. Шпанев А.М. Вредоносность сорных растений // *Земледелие*. 2013. № 3. С. 34–37.
6. Шарапов И.И. Влияние засоренности вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*) на элементы продуктивности озимой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 4(52). С. 53–57.
7. Смолин Н.В., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н., Баторин Р.Ф. Эволюция сорной флоры агрофитоценозов в Республике Мордовия // *Земледелие*. 2013. № 8. С. 38–39.
8. Спиридонов Ю.Я. Совершенствование мер ликвидации сорных растений в современных технологиях возделывания полевых культур // *Известия ТСХА*. 2008. № 1. С. 31–43.
9. Корнеева Е.М., Петрова Л.И., Лапушкина В.Н. Эффективность агротехнических приемов борьбы с засоренностью посевов зерновых культур на осушаемых землях // *Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы IV межд. нуч. конф.*, Краснодар, 9–15 сент. 2007 г. / отв. ред. М.И. Зазимко. 2007. С. 266–268.
10. Лавринова В.А., Стребкова Н.Н., Евсеева И.М., Леонтьева М.П. Влияние фунгицидов на вредные объекты в агроценозе озимой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2011. № 2(14). С. 58–61.
11. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Практика создания и эффективного применения комбинированных отечественных гербицидов в борьбе с сорняками в посевах зерновых колосовых культур // *Агрохимия*. 2013. № 1. С. 35–49.
12. Derke E.C. Effizienter Pflanzenschutz – Herausforderungen und Perspektiven // *Mit. Biol. Bundesand Land – und Forstwirtschaft*. – Berlin – Dahlem. 1998. Vol. 357. S. 51.
13. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г. Е., Шестаков В. Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. Голицыно: ВНИИФ, 2004. 243 с.
14. Gerring K. Ungrasbekämpfung in Wintergetreide. Mehrfaktorieller Leistungsvergleich verschiedener Behandlungen [Text] // *Getreide mag.* 2003. Vol. 9, N 1. P. 12–14.
15. Hacher E., Bieringer H., Willms L., Joecher H., Huff H.P., Borrod G., Brusche R. Mesosulfuronmetil – a new active ingredient for grass weed control in cereals [Text]: Weeds. Proceedings of an International Conference, Brighton, 12–15 Nov. 2001. Vol. 1. P. 43–48.
16. Kerlen D., Brank A.Z. Die neue, innovative Formulierungstechnologie für Sulfonylharnstoffe, dargestellt am Beispiel von Atlantisod [Text] // *Pflanzenkrankh und Pflanzenschutz*. 2006. Spec. Issue 20. P. 1033–1037.
17. Kaczmarek S., Adamczewski K. Influence of adjuvants applied with Atlantis 04 WG on weed control in winter wheat [Text], 2006. N 3–4. P. 39–43.
18. Mamarot J., Ralriguez A. Sensibilite des mauvaises herbes aux herbicides en grandes cultures. Association de coordination technique agricole 149, rue de Berey Paris, Cedex 12.
19. Zandstra B. Patricra M., Masabni J. Guide to tolerance of crop and susceptibility of weeds to herbicides / Michigan State University // *Extension Bulletin E 2833*. New. July. 2004.

EARTH SCIENCES

HEALTH RISK ASSESSMENT FROM THE INFLUENCE OF SOILS POLLUTION IN KHARKOV CITY

Rybalova O.,

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

Artemiev S.,

PhD, Associate Professor, Head of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

Bryhada O.,

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

Sarapina M.,

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

Sharovatova O.,

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

Ilyinskiy O.

PhD, lecturer of Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety of National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkov

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ГОРОДА ХАРЬКОВА

Рыбалова О.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Артемиев С.,

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Бригада Е.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Сарапина М.,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Шароватова Е.,

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Ильинский А.

канд. биол. наук, преподаватель кафедрой охраны труда и техногенно-экологической безопасности Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков

Abstract

In this paper, this assessment of the risk to public health under the influence of soil pollution by heavy metals by various methods. The city of Kharkov is the largest industrial center of Ukraine. Therefore, conducting continuous monitoring of the environment state with determining the level of danger to public health is a very important task.

Аннотация

В работе приведена оценка риска для здоровья населения при влиянии загрязнения почв тяжелыми металлами различными методами. Город Харьков является самым большим индустриальным центром Украины, поэтому проведение постоянного мониторинга за состоянием окружающей природной среды с определением уровня опасности для здоровья населения является очень важной задачей.

Keywords: risk, public health, soil pollution, heavy metals, hazard level

Ключевые слова: риск, здоровье населения, загрязнение почвы, тяжелые металлы, уровень опасности.

Харьковская область расположена в северо-восточной части Украины. Харьковская область занимает площадь 31,4 тыс. км², что составляет 5,2% от территории Украины. По этому показателю область занимает 4 место в стране, уступая лишь Одесской, Днепропетровской и Черниговской областям.

Земли области простираются с севера на юг более чем на 210 км, с запада на восток - на 225 км.

Согласно данным почвенной съемки в пределах Харьковской области насчитывается более 150 разновидностей почв. В грунтовом покрытии области преобладают черноземы типичные (38,24%) и обычные глубокие (33,5%), обыкновенные (11,35%) и оподзоленные (10,81%).

Современное состояние использования земельных ресурсов не соответствует требованиям рационального природопользования. Нарушено экологически допустимое соотношение площадей пашни, природных кормовых угодий, отрицательно влияет на устойчивость агроландшафта. Анализ качественного состояния почв Харьковской области показывает, что они находятся в плохом состоянии и требуют немедленного внедрения природоохранных мероприятий.

Харьковская область одна из крупнейших областей Украины по территории, населению и развитию народнохозяйственного комплекса, что обуславливает чрезвычайно высокую нагрузку на экологическое состояние региона, является основной причиной загрязнения окружающей среды, развития заболеваемости и увеличения смертности населения.

В соответствии с международным опытом оценивается отдельно канцерогенный риск и индекс опасности увеличения неонкологической заболеваемости [1, 2].

Канцерогенный риск определяется вероятностью развития злокачественных новообразований в течение всей жизни человека в результате воздействия канцерогенных веществ. Канцерогенный риск рассчитывается по формуле [1, 2]:

$$CR = SF \times LADD, \quad (1)$$

где CR – вероятность заболеть раком, безразмерная величина (обычно выражается в единицах 1:1000000); SF – мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как верхний 95% доверительный предел наклона зависимости "доза - ответ" в нижней линейной части кривой; LADD (Lifetime Average Daily Dose) – средняя ежедневная доза вещества с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет), мг/кг-сут.

При оценке канцерогенных рисков средняя суточная доза (LADD) вычисляется по формуле [1, 2]:

$$LADD = \frac{C \times CR \times ED \times EF}{BW \times AT \times 365}, \quad (2)$$

где C – концентрация вещества в загрязненной среде, мг/л, мг/м³, мг/кг; CR – скорость поступления среды воздействия (питьевой воды, воздуха, почвы, продуктов питания и т.д.), л/сутки, м³/сутки,

кг/сутки и т.д.; ED – продолжительность воздействия, лет; EF – частота воздействия, дней/год; BW – масса тела человека, кг; AT – период усреднения экспозиции (для канцерогенов AT = 70 лет); 365 – число дней в году.

Для веществ, которые не имеют канцерогенного действия, определяется индекс опасности. Индекс опасности (HI) для условий одновременного поступления нескольких веществ тем же путем (например, ингаляционным или пероральным) рассчитывается по формуле [1, 2]:

$$HI = \sum HQ_i \quad (3)$$

где HI – индекс опасности увеличения заболеваемости населения от воздействия загрязняющих веществ, которые не имеют канцерогенного действия, безразмерная величина; HQ_i – коэффициенты опасности для отдельных загрязняющих веществ, безразмерная величина.

Коэффициент опасности (HQ) представляет собой отношение дозы поступления (или концентрации) химического вещества к безопасному (референтному) уровню воздействия.

Для нее канцерогенных веществ оценивается коэффициент опасности по формуле [1, 2]:

$$HQ = \frac{LADD}{RfD}, \quad (4)$$

где HQ – коэффициент опасности получить не-раковых заболевания, безразмерная величина; RfD – предельная доза вещества загрязнителя, которая вызывает не-раковых заболевания, мг/кг в сутки.

При загрязнении почв канцерогенными веществами рассчитывают среднюю суточную дозу (I) по формуле [2]:

$$I = \frac{Cs \times FI \times EF \times ET \times CF2 \times \left(\left(\frac{EDc \times IRc}{BWc} \right) + \left(\frac{EDa \times IRa}{BWA} \right) \right)}{AT \times 365}, \quad (5)$$

где I – средняя ежедневная доза поступления канцерогенного вещества с грунтом, мг/кг-сутки; Cs – концентрация вещества в почве, мг/кг; FI – загрязненная фракция почвы, отн. ед. (1,0; то есть 100%); EF – частота воздействия, дней/год; ET – время воздействия, час/сутки; CF2 – расчетный коэффициент, дней/час; EDc – продолжительность воздействия для детей, года (6 лет); IRc – скорость поступления для детей, мг/сут; BWc – вес тела детей, кг; EDa – продолжительность воздействия для взрослых, года (24 года); IRa – скорость поступления для взрослых, мг/сут; BWA – вес тела взрослых, кг (70 кг); AT – время усреднения (период, за который усредняется экспозиция), годы (70 лет).

Для оценки коэффициента опасности (HQ) рассчитывают отдельно среднюю суточную дозу при пероральном, ингаляционном и наружном поступлении загрязняющих веществ из почвы.

При пероральном поступлении загрязняющих веществ из почвы средняя ежедневная доза вещества (I_{so}) вычисляется по формуле [2]:

$$I_{so} = \frac{Cs \times FI \times ET \times CF2 \times IRn \times EDn}{BWn \times ATn \times 365}, \quad (6)$$

где I_{so} – средняя ежедневная доза

перорального поступления загрязняющих веществ с грунтом, мг/кг сут; IR_n – скорость поступления, мг/сут (для взрослых: $IR_n=IR_a$; для детей: $IR_n=IR_c$); ED_n – продолжительность влияния, годы (для взрослых: $ED_n=ED_a$; для детей: $ED_n=ED_c$); BW_n – вес тела, кг (для взрослых: $BW_n=BW_a$; для детей: $BW_n=BW_c$); AT_n – период, за который усредняется экспозиция, года (для взрослых - 30 лет, для детей - 6 лет).

Средняя суточная доза при ингаляционном влиянии химических веществ (Isi), которые попадают в воздух из грунта, рассчитывается по формуле [2]:

$$Isi = \frac{Ca \times IR \times ED \times EF}{BW \times AT \times 365}, \quad (7)$$

Для расчетов средней суточной дозы при ингаляционном воздействии химических веществ, которые попадают в воздух из грунта, в [2] приведены стандартные значения:

$$Ca = Cs \times \left(\frac{1}{PEF} + \frac{1}{EF} \right), \quad (8)$$

где Ca – концентрация вещества в воздухе, мг/м³; Cs – концентрация вещества в грунте, мг/кг; PEF – фактор эмиссии пылевых частиц, м³/кг; VF – фактор испарения из грунта, м³/кг;

Расчеты фактора эмиссии пылевых частиц (PEF) проводят по формуле [2]:

$$PEF = \frac{Q}{C} \times \frac{36667}{0,036 \times (1-V)} \times \left(\frac{U_m^3}{U_t} \right) \times F(x), \quad (9)$$

где Q/C – средняя инверсная концентрация в центре участка площадью 0,2 га, г/м³ на кг/м³; V – фракция земли, покрытая растительностью, отн. ед.; U_m – среднегодовая скорость ветра, м/с; U_t – эквивалентное предельное значение скорости ветра на высоте 7 м, м/с; $F(x)$ – функция, которая зависит от U_m/U_t . Стандартные величины показатели приведены в [2].

Расчеты фактора испарения вещества из грунта (VF) проводят по формуле [2]:

$$VF = \frac{Q}{C} \times \sqrt{(3,14 \times Da \times T)} \times 10^{-4} \times (2 \times \rho_{ob} \times Da), \quad (10)$$

где Da – наблюдаемая диффузия, см²/с; T – интервал влияния, с; ρ_{ob} – плотность сухого грунта,

г/см³.

В [2] приведены стандартные значения для расчетов фактора испарения вещества из грунта.

Расчеты средней суточной дозы при накожной экспозиции грунта (DAD) проводят по формуле [2]:

$$DAD = \frac{DAe \times ED \times EF \times EV \times SA}{BW \times AT \times 365}, \quad (11)$$

где DAD – абсорбированная накожная доза, мг/кг сут; DAe – абсорбированная доза за событие, мг/см²; ED – продолжительность влияния, года (для взрослых - 30 лет; для детей - 6 лет); EF – частота влияния, событие/год; EV – число событий за сутки; SA – площадь поверхности кожи, см² (для взрослых - 5700 см²; для детей - 3300 см²); BW – масса тела, кг (для взрослых - 70 кг; для детей - 15 кг); AT – период усреднения экспозиции, года (для взрослых - 30 лет; для детей - 6 лет).

$$DAe = Cs \times CF \times AF \times ABSd, \quad (12)$$

где Cs – концентрация вещества в грунте, мг/кг; CF – пересчетный коэффициент, кг/мг (10^{-6}); AF – фактор загрязнения кожи, мг/см² (для взрослых - 0,1 мг/см²; для детей - 0,2 мг/см²); $ABSd$ – абсорбированная фракция, отн. ед. (для органических веществ – 0,1; для неорганических веществ – 0,01).

В [2] приведены стандартные значения для расчета средней суточной дозы при накожной экспозиции грунта.

При значении канцерогенного риска 10^{-4} - 10^{-6} , риск считают допустимым [2, 3].

В работе [3] приведена следующая градация границ развития неканцерогенных эффектов по величине коэффициента опасности (HI): чрезвычайно высокий (более 10), высокий (5-0), средний (1-5), низкий (0,1-1,0), минимальный (менее 0,1).

На основе официальных данных мониторинга о загрязнении почв Харьковской области выполнена оценка риска для здоровья населения.

Канцерогенный риск при современном уровне загрязнения грунтов Харьковской области является незначительным и составляет $3,55 \cdot 10^{-9}$.

Индекс опасности рассчитывается отдельно для взрослого населения и детей при пероральном, ингаляционном и накожном поступлении неканцерогенных веществ из грунтов (табл. 1).

Таблица 1

Индекс опасности при поступлении неканцерогенных веществ из грунтов Харьковской области

Группа экспозиции	Пути поступления загрязняющих веществ из грунта			
	пероральный	ингаляционный	накожный	Суммарный индекс опасности
для взрослых	1,74602E-07	1,316	0,00013	1,317
для детей	2,51695E-06	6,127	0,00035	6,127

Расчеты суммарного индекса опасности для взрослого населения соответствуют среднему уровню опасности, а для детей – высокому уровню опасности, что требует внедрения мер по восстановлению грунтов.

Один из наиболее загрязненных районов области является Харьковский район. Вследствие ра-

боты промышленных предприятий, автотранспорта, коммунального и сельского хозяйства на территории Харьковского района возникла проблема загрязнения грунтов тяжелыми металлами.

Тяжелые металлы способны аккумулироваться и передаваться по трофическим цепям, вызывая у человека онкологические заболевания. Постоянное

поступление в организм свинца и цинка может привести к хроническим заболеваниям. Свинец служит причиной анемии, нарушения сердечного ритма, аритмии, нарушается кровообращение и возникают другие заболевания [4].

Для оценки допустимых индивидуальных рисков, связанных с опасными видами деятельности, в

Великобритании используются так называемые критерии Эшби. Они представляют собой вероятности одного фатального случая (одной смерти) в год. Характеристики этих критериев приведены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Критерии приемлемости риска (по Эшби) [5]

Ранг риска	Вероятность одной смерти в год	Степень приемлемости
1	Не менее 10^{-3}	Риск неприемлемый
2	10^{-4}	Риск приемлем лишь в особых обстоятельствах
3	10^{-5}	Нужно детальное обоснование приемлемости
4	10^{-6}	Риск приемлем без ограничений

Индивидуальный риск определяется вероятностью экстремального вреда – смерти индивидуума от некоторой причины, которая рассчитывается для всей его жизни или для одного года. Нижняя граница допустимого индивидуального риска соответствует увеличению вероятности смерти на один шанс на миллион (10^{-6}) за всю жизнь человека, продолжительность которого принимается равной 70

годам. В расчетах на один год идеальный, очень малый индивидуальный риск составляет $10^{-6}:70 = 1,43 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$.

По пробитной модели (табл. 3) распределения зависимости “доза – эффект” рассчитан индивидуальный риск, который вызван загрязнением грунтов Харьковского района свинцом и цинком.

Таблица 3

Исходные данные для расчета риска здоровью людей вследствие загрязнения грунтов Харьковского района

Название загрязняющего вещества	ПДК (подвижные формы), мг/кг	Класс опасности	Коэффициент запаса
Цинк	23	1	7,5
Свинец	2	1	7,5

Индивидуальный риск рассчитывается по формуле [5]:

$$R_i = 1 - \exp \left[\ln 0,84 \left(\frac{C}{ГДК \cdot K_s} \right)^{\beta} \cdot t \right], \quad (13)$$

где R_i – индивидуальный риск развития нарушений здоровья вследствие загрязнения грунтов; ПДК – предельно допустимая концентрация подвижных форм загрязняющих веществ в грунте; K_s – коэффициент запаса, который устанавливается в зависимости от класса опасности вещества; C_n – концентрация веществ в грунте; β – угол наклона; t – время.

Параметры K_s рекомендованы для расчетов для продолжительности заражения 25 лет. Чтобы получить годовой индивидуальный риск R_{i-tl-y} необходимо результат расчетов R_i разделить на 25. Эту процедуру следует осуществлять после расчетов совокупного риска R_{i-tl} путем суммирования индивидуальных рисков по отдельным загрязняющим веществам для каждого пункта наблюдения [5].

$$R_{i-tl-y} = \frac{R_{i-tl}}{25} \quad (14)$$

где R_{i-tl} – летний индивидуальный риск; R_{i-tl} – совокупный риск.

Рассчитанный риск, который вызван загрязнением грунтов Харьковского района свинцом и цинком, для большей части пунктов наблюдения (10)

является неприемлемым, а для 6 пунктов – риск приемлем лишь в особых обстоятельствах (годовой индивидуальный риск находится в пределах от $1,59 \cdot 10^{-3}$ до $9,8 \cdot 10^{-4}$ – по критериям Эшби).

Результаты оценки риска для здоровья населения показали, что южная часть Харьковского района характеризуется наивысшим значением индивидуального риска – в пределах от 10^{-3} до 10^{-2} .

Для основной части территории Харьковского района значение индивидуального риска составляет от $5 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$. Отдельные участки территории Харьковского района: северо-западная, юго-восточная и южная части района характеризуются значением индивидуального риска, которое составляет $< 5 \cdot 10^{-4}$.

Высокое значение риска можно объяснить нагрузками на грунты выбросами загрязняющих веществ и накоплением отходов от промышленных предприятий, которые расположены в этом районе.

Следующим этапом после оценивания риска для здоровья населения является управление риском, то есть принятие необходимых управленческих решений по достижению уровня приемле-

мости риска с учетом технологических и экономических возможностей наиболее опасных предприятий по реализации природоохранных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Integrated Risk Information System (IRIS) / U.S. Environmental Protection Agency (EPA). URL: <http://www.epa.gov/iris> (дата звернення 29.01.2019).

2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. М. 2004. 143 с.

3. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р. та ін. – Х.: НУГЗУ. 2015. 419 с.

4. Рибалова О.В., Коробкіна К.М. Новий підхід до оцінки забруднення ґрунтів важкими металами. Proceedings of the "II International Scientific and Practical Conference "Topical problems of modern science"" November 18, 2017 Warsaw, Poland. Vol. 5. P. 86 -90.

5. Ваганов П.А. Экологический риск [Текст]: учеб. пособие / П.А. Ваганов, Им Ман-Сунг. – СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 1999. – 116 с.

PHYSICAL SCIENCES

LIFE - A SET OF CYCLIC PROCESSES IN THE UNIVERSE

Gladyshev G.

*Doctor of chemical sciences, professor
Principal scientist N. N. Semenov Institute of Chemical Physics Russian Academy of Sciences; Russian
Academy of Arts
Moscow*

ЖИЗНЬ - СОВОКУПНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Гладышев Г.П.

*Доктор химических наук, профессор
Главный научный сотрудник
Институт химической физики им. Н. Н. Семенова
Российская Академия наук;
Отделение дизайна, Российская Академия Художеств
Москва*

Abstract

It is argued that life is a set of successive cyclic transformations described by hierarchical thermodynamics, driven by the principle of substance stability. The indicated cyclic transformations of chemically unstable living systems can be considered analogues of the phase transformations of simple substances, for example, water, in the conditions of its circulation on the Earth. The phenomenon of life becomes tangible, visual and understandable from the point of view of natural science, revealing the driving forces of natural processes.

Аннотация

Утверждается, что жизнь представляет собой набор последовательных циклических преобразований, описываемых иерархической термодинамикой, управляемой принципом стабильности вещества. Указанные циклические превращения химически нестабильных живых систем можно считать аналогами фазовых превращений простых веществ, например, воды, в условиях ее круговорота на Земле. Феномен жизни становится осязаемым, наглядным и понятным с точки зрения естествознания, раскрывающего движущие силы природных процессов.

Keywords: life, evolution, hierarchical thermodynamics, cycle of matter, principle of substance stability, aging

Ключевые слова: жизнь, эволюция, иерархическая термодинамика, круговорот вещества, принцип стабильности вещества, старение.

Эпиграфы

"The simplicity - the only ground on which it is possible to erect a building of generalizations."

"... the true and only goal of science is to reveal unity rather than mechanism."

Henri Poincare

"One of the principal objects of theoretical research in any department of knowledge is to find the point of view from which the subject appears in its greatest simplicity."

J. Willard Gibbs

Общее

Существуют сложности в ясном наглядном осознании явления жизни, не смотря на выявление движущих сил возникновения жизни и ее эволюции [1-5]. Так, с позиции простых физических моделей, которые мы пытаемся использовать при интерпретации явлений природы, сложно осознать, почему жизнь столь многообразна и многолика. Чтобы упростить ответ на этот вопрос, по-видимому, же-

лательно найти общее в эволюционном превращении вещества и энергии в неживых и живых системах.

Цель настоящей статьи: представить физически осязаемую наглядную простую модель, позволяющую убедиться и ясно осознать, что жизнь является многостадийным иерархическим процессом, который может быть понят на основе известных законов природы.

Одной из общностей эволюционных превращений в неживых и живых системах является цикличность этих превращений, связанных с изменениями условий окружающей среды.

Обычно в неживых системах, которые часто рассматриваются как молекулярные, изменения окружающей среды связаны с изменением температуры, давления и иногда, химического состава и незначительным действием физических полей.

Живые системы являются полииерархическими и их превращения связаны с температурой, давлением, составом высших иерархий и обычно с существенным действием физических воздействий и полей.

Однако, несмотря на эти различия, неживые и живые системы имеют общее: эволюционные превращения в обоих случаях являются следствием циклических превращений в иерархических эволюционирующих системах. В этом проявляется некая общность неживых и живых систем, которая позволяет осознать и поверить, что явление жизни «вписывается» в общую науку о нашем мире.

Общность между круговоротами неживых и живых систем

Несомненно, простой общностью, проявляющейся между природными эволюционирующими неживыми и живыми системами, является цикличность изменения окружающей среды всех структурных иерархий материи. Хотя нужно отметить, что в живых системах, в отличие от неживых систем, имеет место интенсивный обмен веществ в результате превращения и распада химически нестабильных метаболитов.

Для примера проведем сравнение между циклическими превращениями фазовых состояний воды в атмосфере земли (небесных тел) и циклическими процессами превращения иерархических структур в живых системах.

Процесс циклического перемещения воды в биосфере или круговорот воды в природе состоит из испарения воды, переноса паров воздушными течениями, их конденсации в виде осадков - дождя и снега или града, а также переноса воды реками и другими водоемами. Вода испаряется с поверхности земли (суша, водоемы и океаны). Круговорот воды объединяет воедино все части гидросферы.

На Рис. 1, который заимствован в Интернете, представлена схема круговорота воды в природе. Движущей силой этого циклического процесса, прежде всего, является энергия Солнца, а также других источников энергии.

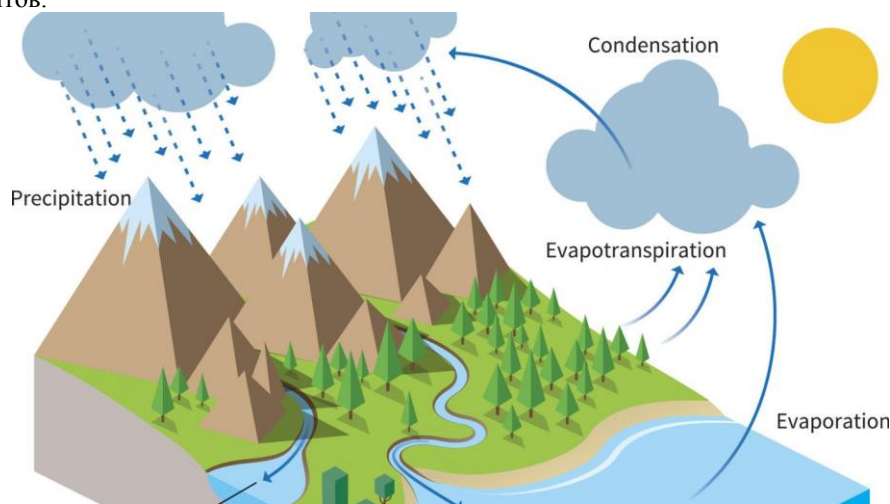


Рис. 1. Круговорот воды в природе.

Круговорот воды в природе можно определить как «повторяющийся циклический процесс фазовых превращений этого вещества. Как и в случае индивидуальных стабильных веществ, количество воды в ее круговороте остается практически постоянным. На Рис. 1 приведена схема идеального круговорота [6].



Рис. 2. Плоская схема цикла идеального круговорота. С позиции термодинамики идеальный цикл должен характеризоваться неизменным значением удельной свободной энергии Гиббса образования воспроизводящейся структуры (например, $\Delta \tilde{G}_i^{im}$) в точке своего (цикла) завершения.

На Рис. 3. Представлено несколько циклов правильной объемной спирали идеального круговорота [6].

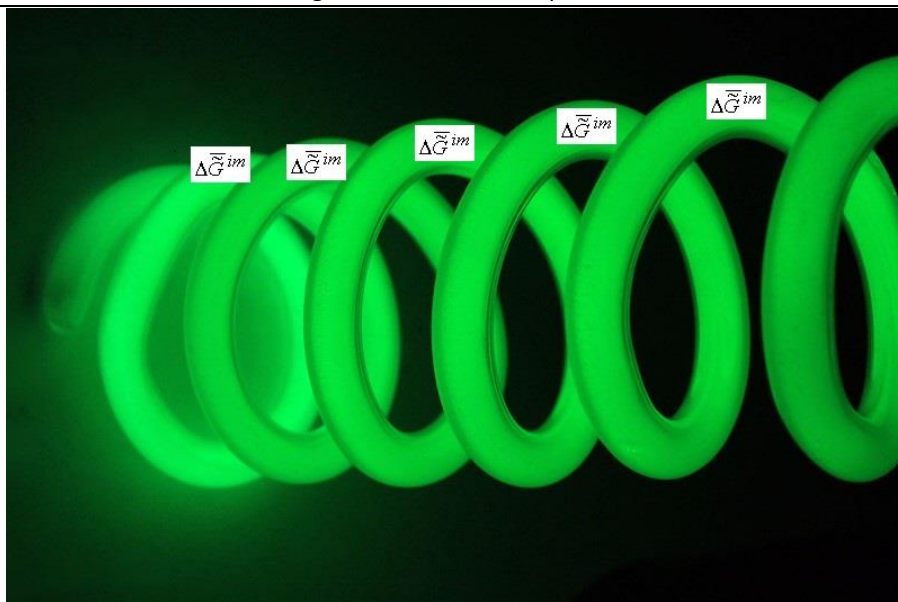


Рис. 3. Несколько циклов правильной объемной спирали идеального круговорота. Завершение каждого витка спирали характеризуется постоянным значением удельной свободной энергии Гиббса образования воспроизводящейся структуры (например, $\Delta \tilde{G}_i^{im}$, где нижний индекс i относится к i -ому эволюционирующему объекту - системе; верхний индекс im указывает, что речь идет об эволюции супрамолекулярной структуры).

Энергия Солнца и других источников энергии является движущей силой возникновения жизни и ее эволюции. Однако в этом случае эта движущая сила проявляется при появлении и развитии многочисленных иерархических структур, которые представлены на многочисленных структурных уровнях и подуровнях.

Общая схема, отражающая циклическое превращение живой и неживой материи на Земле и некоторых других небесных телах представлена на Рис. 4 [7]. На этой схеме показаны только основные общие уровни организации живых систем, без многочисленных подуровней, соответствующих огромному разнообразию видов живых структур и организмов, облик и дизайн которых определяются иерархической термодинамикой, направляемой, прежде всего, принципом стабильности вещества [8], а также несамопроизвольными процессами, инициируемыми окружающей средой [9-12].

Принцип стабильности вещества является движущей силой кристаллизации (в широком смысле этого термина) сравнительно нестабильного вещества и постоянного его обновления на всех структурных уровнях и подуровнях живой материи.

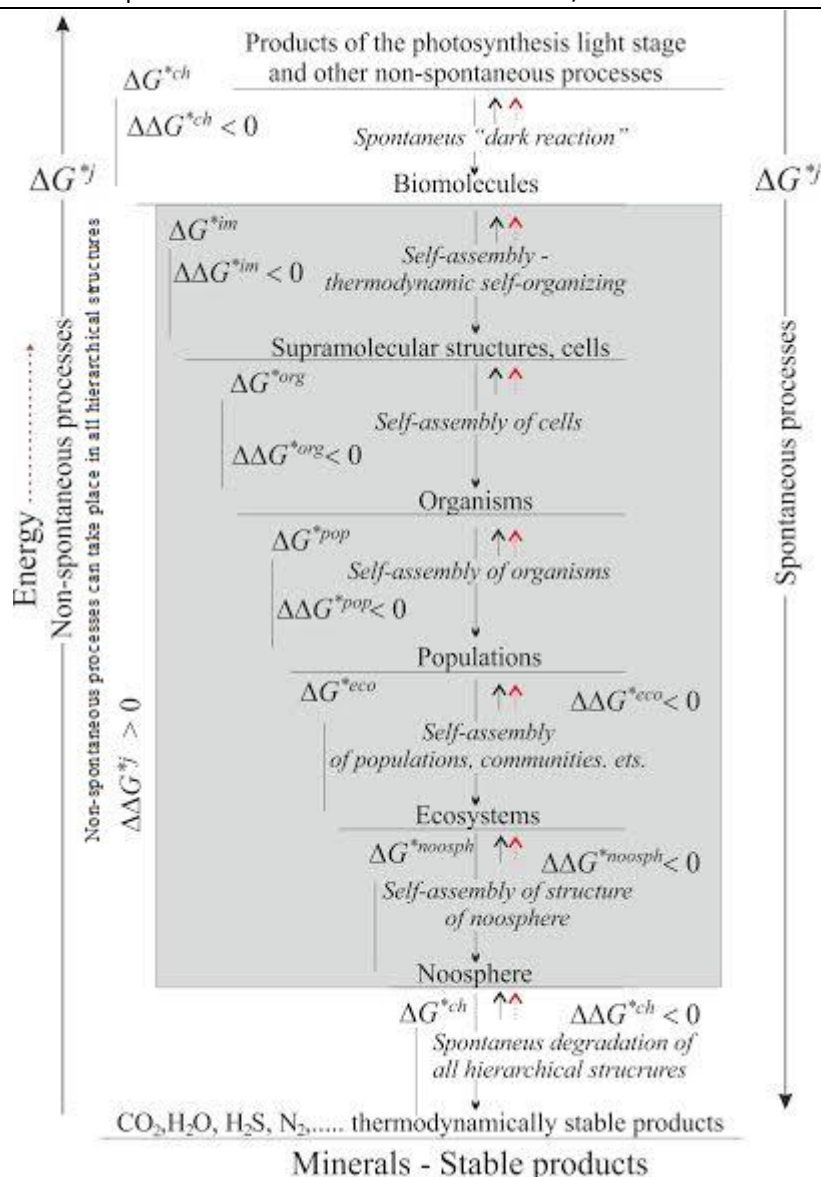


Рис. 4. Жизнь – совокупность процессов самопроизвольных превращений, протекающих на фоне несамопроизвольных процессов, инициируемых окружающей средой.

Вертикальная стрелка слева рисунка показывает увеличение свободной энергии Гиббса образования сложной системы (или удельной её величины), ΔG^{*j} .

Верхний индекс * у символа G подчеркивает, что система является сложной, т.е. в ней или над ней совершается не только работа расширения. Верхний индекс j обозначает один из видов иерархии (ch – химической или молекулярной, im – межмолекулярной или супрамолекулярной, org – организменной, pop – популяционной и т.д.). В этом случае величина ΔG^{*j} системы (соответствующей иерархии) возрастает вследствие притока энергии в систему из окружающей среды. Энергия из окружающей среды может поглощаться различными структурными иерархиями. Эти процессы отражаются маленькими (красными пунктирными), направленными вверх стрелками ($\uparrow$) внутри областей на чертеже, принадлежащих указанному иерархическому уровню. Так, структуры молекулярной и супрамолекулярной иерархий, прежде

всего, поглощают свет солнца. Это запускает известные процессы фотосинтеза. Действие энергии гравитации, механических сил и некоторых электромагнитных воздействий проявляется (в виде тропизмов) на уровне достаточно крупных структур, например, организмов. Эти и подобные им воздействия формируют дизайн облика организмов и других иерархических структур. Пища – источник внешней энергии поглощается различными иерархическими структурами организмов. Далее она перерабатывается и используется структурами организма для его жизнедеятельности, например, роста биотканей или для эпигенетического воздействия «пищевых молекул» на генетический аппарат организма и т. п.

Сравнительно большие направленные вниз стрелки внутри центральных областей схемы, выделенных на рисунке областями разных иерархий, показывают процессы самосборки:

биомолекулы → супрамолекулярные структуры → организмы → популяции → экосистемы и т. д.

Эти процессы являются **самопроизвольными** и согласно второму началу термодинамики характеризуются уменьшением величин ΔG^{*j} систем.

Маленькие вверх направленные стрелки (первые слева из двух направленных вверх стрелок) показывают увеличение со временем величин ΔG^{*j} соответствующих иерархий системы как результат действия принципа стабильности вещества, который проявляется в обогащении структур j -той (например, супрамолекулярной) иерархии сравнительно мало-стабильными структурами ($j-1$) –той (например, молекулярной) иерархии.

Большая направленная вниз стрелка справа рисунка указывает, что процессы самосборки (термодинамической самоорганизации), а также процессы превращения (распада) метаболитов – молекулярных структур, как и структур всех других иерархических уровней, согласно второму началу характеризуются падением величин ΔG^{*j} системы.

Таким образом, представленная схема круговорота вещества и энергии в биосфере отражает все известные превращения, учитываемые расширенным иерархически обобщенным уравнением Гиббса, которое позволяет оценивать изменения свободной энергии - функции Гиббса биосистем, а

также величины изменения всех членов этого уравнения в заданные промежутки времени в течение эволюции, филогенеза и онтогенеза живых объектов [1-3]. Заметим, что явление жизни является сложным полииерархическим процессом круговорота, определение которого зависит от точки зрения, с позиции которой этот процесс рассматривается. Математика не в состоянии описать этот процесс как «единое целое», то есть как единую совокупность всех его составляющих, и осознать явление жизни, говоря словами Дмитрия Менделеева, «единым порывом мысли». Однако все выделяемые составляющие (стадии) этого процесса поддаются термодинамическому описанию. Такое описание подтверждает, что жизнь и ее эволюция протекают в соответствии с общими известными законами природы. Жизнь - одна из стадий эволюции Вселенной.

Детальная схема круговорота вещества и энергии должна учитывать все структурные уровни живой материи.

Схема Рис. 4 может быть представлена в виде фрагментов расширяющихся и сжимающихся спиралей в связи плавным изменением состава иерархических структур вследствие действия принципа стабильности вещества.

Примеры такого типа спиралей представлены на рисунках 5 и 6.

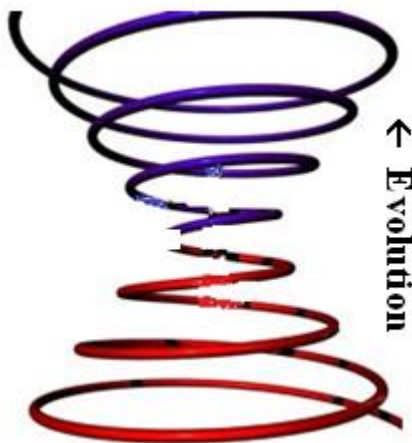


Рис. 5. Фрагменты сжимающейся (внизу) и расширяющейся (вверху) спирали (стрелка справа указывает направление эволюции) круговорота. Сжимающаяся спираль (внизу) символизирует снижение (смещение в отрицательную область) удельной свободной энергии Гиббса образования эволюционирующих иерархических структур (например, $\Delta \bar{G}_i^{im}$). Расширяющаяся спираль (вверху) символизирует увеличение стабильности эволюционирующих иерархических структур.



Рис.6. Спиралеобразное символическое изменение удельной свободной энергии Гиббса образования j -ых термодинамически сложных моноиерархических систем в различных областях пространства в ходе общей эволюции Вселенной (ΔG^*) [6] .

Белым квадратом в центре рисунка 6 выделена область спирали, символизирующая, огромную в реальности, совокупность спиралей Дарвиновской эволюции превращения вещества и энергии – область существования только отдельных, выделенных, моноиерархических структур живого мира. Биологическая эволюция, филогенез и онтогенез, как и химическая эволюция, а также эволюция сознания и разума, характеризуются направленными вниз спиралями, отражающими отрицательные изменения свободной энергии образования супрамолекулярных структур ($\Delta G^{*im} < 0$) [6].

Как и в случае фазовых переходов воды в ее круговороте, преобразования иерархических структур живой материи сопровождается фазовыми переходами. Указанные переходы плавно меняют химический состав (а также состав высших иерархий) эволюционирующей системы. Однако это изменение состава не меняет общей картины явлений: в обоих случаях существуют циклы иерархические превращения фаз.

Старение клеток живых организмов, подобно общей эволюции и филогенезу описывается сжимающимися и расширяющимися спиралями (Рис. 5). Одной из основных задач геронтологии является выявление оптимальных условий жизни, которые способствуют ее продолжительности, что должны отражать упомянутые спирали. Термодинамическая теория старения представляет много рекомендаций, которые соответствуют наблюдениям и экспериментальным данным [5].

Заключение

Таким образом, рассмотрение циклических превращений неживой и живой материи, как полагает автор, позволяет наглядно в простых терминах и с помощью простой модели понять и осознать явление жизни с позиции общих законов природы. Неживые объекты (например, молекулы), являясь сравнительно стабильными, участвуют в циклических структурных (фазовых) превращениях практически не меняя свой состав и строение, тогда как нестабильные живые объекты, содержащие нестабильные химические вещества, при циклических

превращениях постоянно эволюционируют в результате действия принципа стабильности вещества и фонового воздействия окружающей среды, меняют свой состав и строение. В этих случаях различия в рассматриваемых круговоротах практически сводятся только к различиям стабильности веществ, участвующих в этих круговоротах.

Высказанные положения с позиции некой общности укрепляет веру о том, что жизнь, как и все другие природные явления, легко вписывается в научные знания об устройстве, строении и эволюции нашего мира. Другими словами, явление жизни становится вполне физически наглядным и осязаемым. Это исключает какую-либо мистику и загадочность в осознании явления жизни, а также необходимость гипотезы об искусственном интеллекте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Gladyshev Georgi P. Thermodynamics Theory of the Evolution of Living Beings.- Commack, New York: Nova Science Publishers, Inc.- 1997.- 142 P. Russian: Г. П. Гладышев. Термодинамическая теория эволюции живых существ. М.: Луч, 1996. -86с. <http://www.statemaster.com/encyclopedia/Thermodynamic-evolution>
2. Гладышев Г. П. Супрамолекулярная термодинамика – ключ к осознанию явления жизни. Издание второе – М – Ижевск. ISBN: 59397-21982. 2003.
3. Georgi P. Gladyshev (2015). Natural Selection and Thermodynamics of Biological Evolution. *Natural Science*, 7, No 5 117-126 Published Online March 2015 Pub. Date: March 9, 2015 DOI: 10.4236/ns.2015.73013 <http://dx.doi.org/10.4236/ns.2015.73013>
4. Hierarchical Thermodynamics: Foundation of Extended Darwinism https://www.researchgate.net/publication/314082150_Hierarchical_Thermodynamics_Foundation_of_Extended_Darwinism
5. Life - A Complex Spontaneous Process Takes Place against the Background of Non-Spontaneous Processes Initiated by the Environment <https://www.omicsonline.org/open-access/life--a-complex-spontaneous-process-takes-place-against-the-background-of->

nonspontaneous-processes-initiated-by-the-environment-2157-7544-1000188.pdf

6. G. P. Gladyshev, Рабочий документ на R^G. https://www.researchgate.net/publication/309566338_On_thermodynamics_of_circulation_of_substance_in_biological_systems

7. G. P. Gladyshev (2016). Hierarchical thermodynamics and evolution of chemical and biological matter. The scientific heritage (Budapest, Hungary), Vol. 1, No. 3 (3), p. 102-117. Текст русс. <http://tsh-journal.com/wp-content/uploads/2016/10/VOL-1-No-3-3-2016.pdf> https://www.researchgate.net/publication/309533110_Hierarchical_thermodynamics_and_evolution_of_chemical_and_biological_matter

8. Gladyshev Georgi P., The Principle of Substance Stability Is Applicable to All Levels of Organization of Living Matter Int. J. Mol. Sci. 2006; 7, pp. 98-110 (PDF format, 130 K) <http://www.mdpi.org/ijms/papers/i7030098.pdf>

9. Spyros G Tzafestas. Energy, Information, Feedback, Adaptation, and Self-organization: The Fundamental Elements of Life and Society. Springer International Publishing, Jan 29, 2019 - Technology & Engineering - 668 pages.

10. https://en.everybodywiki.com/Hierarchical_thermodynamics

11. Gladyshev G. P. On General Physical Principles of Biological Evolution, International Journal of Research Studies in Biosciences. Volume 5, Issue 3, 2017, Page No: 5-10. <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijrsb/v5-i3/2.pdf> https://www.researchgatenet/publication/314187646_On_General_Physical_Principles_of_Biological_Evolution

12. Gladyshev G.P. J Thermodyn Catal 2017, 8: 2 DOI: 10.4172 / 2157-7544.100018. Life — A Complex Spontaneous Process Takes Place against the Background of Non-Spontaneous Processes Initiated by the Environment

INVESTIGATION OF THERMAL PROTECTION PROPERTIES OF PRODUCTS AO FAPK “SAKHABULT”

Soldatov S.,

PhD, associate professor of the department of thermophysics and heat power engineering of the Institute of physics and technology, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov

Neustroeva K.,

student of EO-15 Department of thermophysics and heat power engineering of the Institute of physics and technology, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov

Syromyatnikova M.

student of EO-15 Department of thermophysics and heat power engineering of the Institute of physics and technology, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКЦИИ АО ФАПК “САХАБУЛТ”

Солдатов С.Н.,

кандидат технических наук, доцент кафедры теплофизики и теплоэнергетики Физико-технического института Северо-Восточного федерального университета им М.К. Аммосова

Неустроева К.А.,

студентка ЭО-15 кафедры теплофизики и теплоэнергетики Физико-технического института Северо-Восточного федерального университета им М.К. Аммосова

Сыромятникова М.А.

студентка ЭО-15 кафедры теплофизики и теплоэнергетики Физико-технического института Северо-Восточного федерального университета им М.К. Аммосова

Abstract

The purpose of this work was experimental studies of thermal insulation properties of products “Sahabult” (Russia) containing deer hair and comparison with similar products from other manufacturers. During the experiments, it was revealed that deer hair is a good heat insulator, this conclusion follows from a comparison with synthetic fibers, where it showed better results than the popular material sentipon, but slightly inferior to hollofayber. In addition, the dynamics of temperature decrease inside sleeping bags and various down jackets were studied.

Аннотация

Целью данной работы было экспериментальные исследования теплоизоляционных свойств продукции “Сахабулт” (Россия) содержащих олений волос и сравнение с аналогичными изделиями других производителей. В ходе экспериментов было выявлено, что олений волос является неплохим теплоизолятором, данный вывод следует из сравнения с синтетическими волокнами, где он показал результаты лучшие чем популярный материал сентипон, но чуть уступил холлофайберу. Дополнительно были проведены исследования динамики понижения температуры внутри спальных мешков и различных пуховиков.

Keywords: Deer hair, sentipon, thermal conductivity, heat flow, thermal resistance, thermistor.

Ключевые слова: олений волос, сентипон, теплопроводность, тепловой поток, термическое сопротивление, терморезистор.

ФАПК "Сахабулт" более 20 лет работает на рынке меховых и кожаных изделий и является одним из крупных производственных предприятий российских товаропроизводителей. В изделиях собственного производства широко используются натуральные меха пушных зверей, оленей, лошадей и крупного рогатого скота, обитающих в Республике Саха (Якутия).

Однако, не имеются никаких сравнительных данных по теплозащитным свойствам продукции АО ФАПК "Сахабулт" с другими производителями. Целью данной работы было экспериментальные исследования теплоизоляционных свойств продукции "Сахабулт" содержащих олений волос и

сравнение с аналогичными изделиями других производителей.

Эксперименты проводились на разных приборах и установках. Для измерения коэффициента теплопроводности и термического сопротивления применялся NETZSCH HFM 426 Lambda (рис.1), а для измерения плотности теплового потока - измеритель теплового потока ИТП-МГ4.03Х(рис.2). Для натурных исследований применялся тепловизор – Testo-881-2. Также был изготовлен манекен с датчиками температуры для мониторинга понижения температуры внутри спальных мешков и верхней одежды.

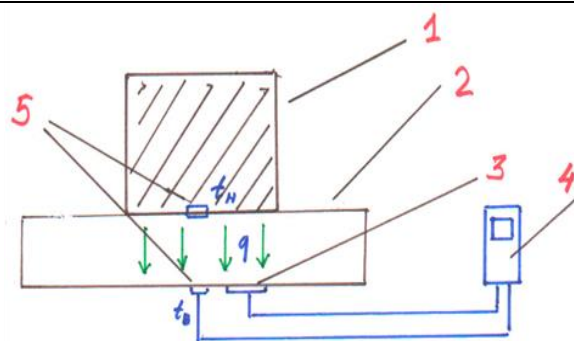


Рис.3. NETZSCH HFM 426 Lambda



Рис.2 ИТП-МГ4.03Х

Для измерения плотности теплового потока различных материалов была собрана установка показанная на рис. 3.



- 1 – нагреватель; 2 - исследуемый образец; 3 – датчик теплового потока; 4 - измеритель теплового потока ИТП-МГ4.03Х; 5 - датчики температуры(терморезисторы);



Рис.3 Установка для исследования тепловых потоков

Эксперименты проводились с помощью измерителя теплового потока ИТП-МГ4.03Х. Хотя прибор больше предназначен для измерения плотности тепловых потоков через стенки зданий, в которых поддерживается стационарный градиент температуры из-за слишком медленного изменения температуры окружающего воздуха, мы создали градиент температур с помощью горячей кастрюли, которая в свою очередь остывает быстрее чем изменение суточной температуры, но все же гораздо дольше чем время измерения. Проблема корректности измерения еще состояла в том, что невозможно наладить надежный контакт и быстроту установления равновесного состояния между датчиками и образцом, поэтому нельзя однозначно сказать, что температура датчиков была равна температуре поверхности ткани. Все эти возникающие погрешности нами были трактованы как аппаратная погрешность установки и ввиду геометрического и физического подобия проводимых испытаний игнорировалась.

Исследуемый образец ткани (2) помещался между двумя терморезисторами (5), которые измеряют температуры верхней и нижней поверхности образца. На верхнюю поверхность образца помещали кастрюлю (1) с водой нагретой до кипения (100°C), таким образом возникал тепловой поток обусловленный перепадом температур между нижней и верхней частью образца и измерялся датчиком теплового потока (3), который представлял из себя термобатарею из медь-константановых термопар. Все датчики подключались к измерителю теплового потока ИТП-МГ4.03Х (4).

В случае измерения мягких материалов, таких как пуховики, под кастрюлю подкладывался ограничитель из деревянных брусочков для того чтобы не раздавить слой пуховой набивки из-за которой и возникает термическое сопротивление удерживающее тепло внутри пуховиков.

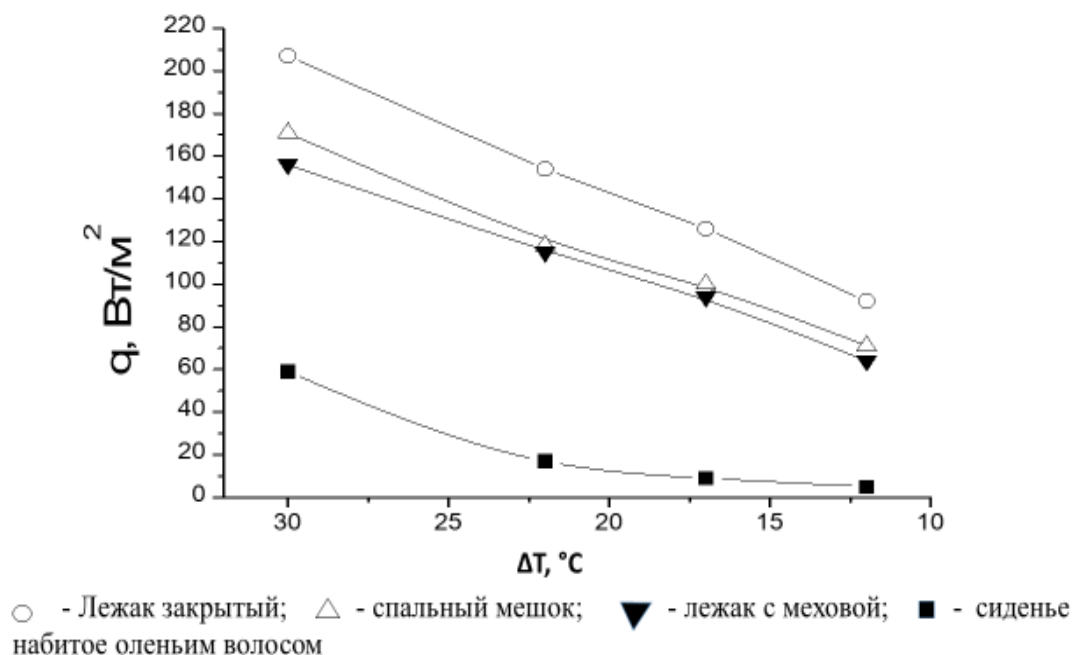


Рис. 4. Зависимость плотности потока от температурного напора изделия

На рис 4 представлены зависимости тепловых потоков от температурного напора различных готовых изделий АО ФАПК Сахабулт. Исследования проводились с изделиями различных толщин, поэтому при идентичных наполнителях и материалах тепловые потоки зависели в первую очередь от толщины изделия. Видно, что минимальный тепловой поток наблюдается у толстого сиденья набитого оленьим волосом, а наибольший у безворсового лежака.

На рис. 5 показаны экспериментальные данные по сравнению тепловых потоков сквозь материал спальных мешков. Как видно из рисунка наилучшие теплоизоляционные показатели оказались у безымянного спального мешка, наихудшие у монгольского верблюжьего спального мешка, чуть уступает ему по теплоизоляции спальный мешок продукции АО ФАПК “Сахабулт”. Безымянный спальный мешок занял лидирующие позиции не из-за того что материал и наполнители обладали хорошими теплоизоляционными качествами, а вследствие толщины самого изделия потому как в данном случае исследуется именно готовая продукция и чем толще материал, тем меньше тепла пропускает.

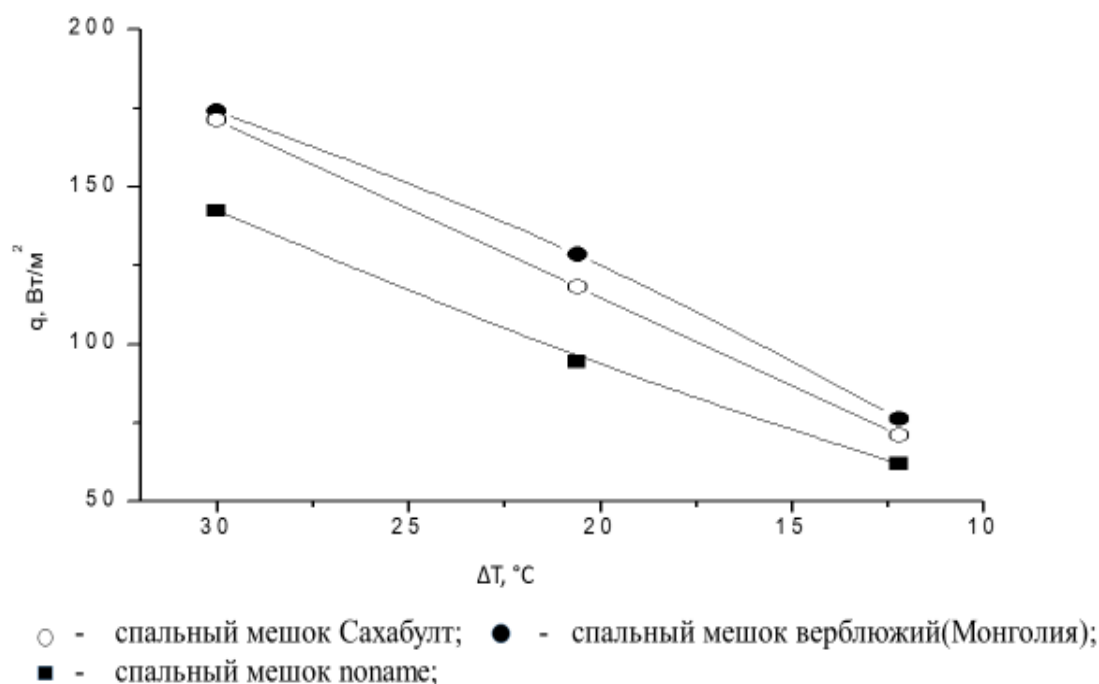


Рис. 5 Сравнение тепловых потоков сквозь материал спальных мешков

Исследования тепловых потоков (рис. 6) которые пропускают материалы показали, что лучшим теплоизолятором опять же служит холлофайбер софт100, на втором месте олений волос и хуже всех показал себя синтепон, что соответствует результатам полученным по измерению теплопроводности (рис. 7).

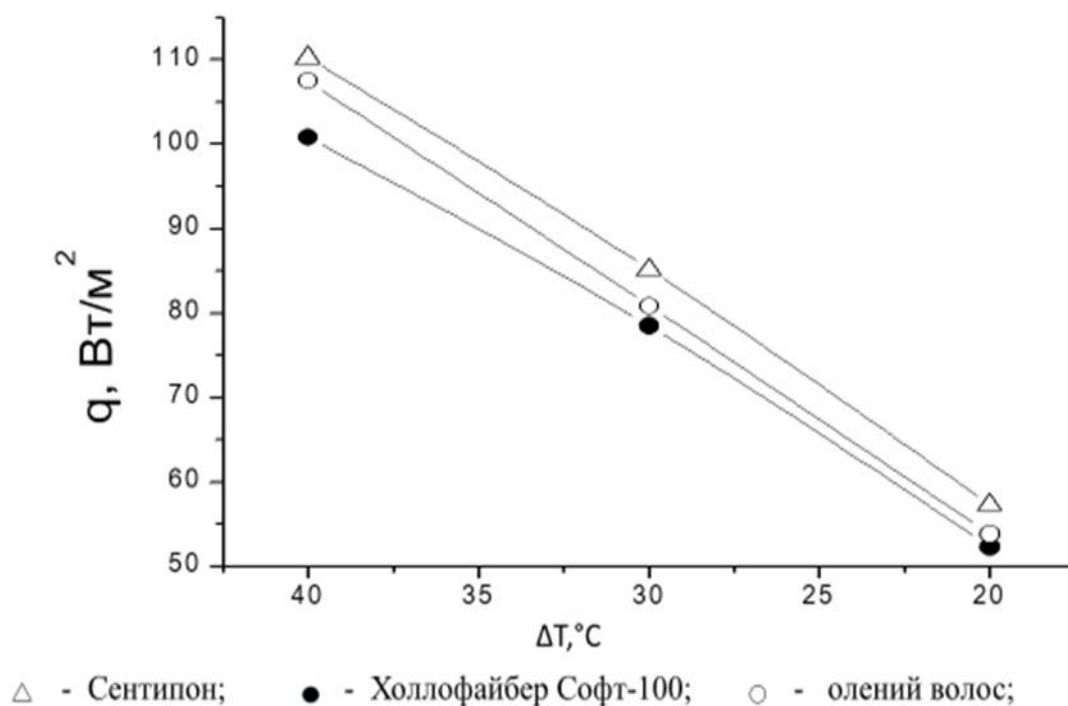


Рис. 6 Зависимость плотности теплового потока от температурного напора при одинаковой толщине материала

Результаты измерения коэффициента теплопроводности оленьего волоса и сравнение с синтетическими волокнами и натуральной ватой показали, что олений волос обладает меньшей теплопроводностью чем синтепон и вата, но большей чем холлофайбер-Софт100. Из чего следует, что лучшим современным теплоизолятором служит все-таки холлофайбер.

Таблица 1.

Сравнение коэффициента теплопроводности и термического сопротивления оленьего волоса с синтетическими волокнами и натуральной ватой.

T, °C	Олений волос		Синтепон		Вата натуральная		Холлофайбер	
	k, Вт/м·К	R, м² · К/Вт	k, Вт/м·К	R, м² · К/Вт	k, Вт/м·К	R, м² · К/Вт	k, Вт/м·К	R, м² · К/Вт
0	0,033	0,6	0,034	0,518	0,041	1,364	0,031	0,525
20	0,0368	0,544	0,037	0,465	0,045	1,240	0,034	0,525
40	0,041	0,488	0,042	0,417	0,046	1,211	0,038	0,434
60	0,0457	0,437	0,047	0,372	0,049	1,187	0,042	0,391

Из таблицы видно, что термическое сопротивление больше всех у натуральной ваты. Термическое сопротивление оленьего волоса больше чем у синтетических волокон, но гораздо меньше чем у натуральной ваты.

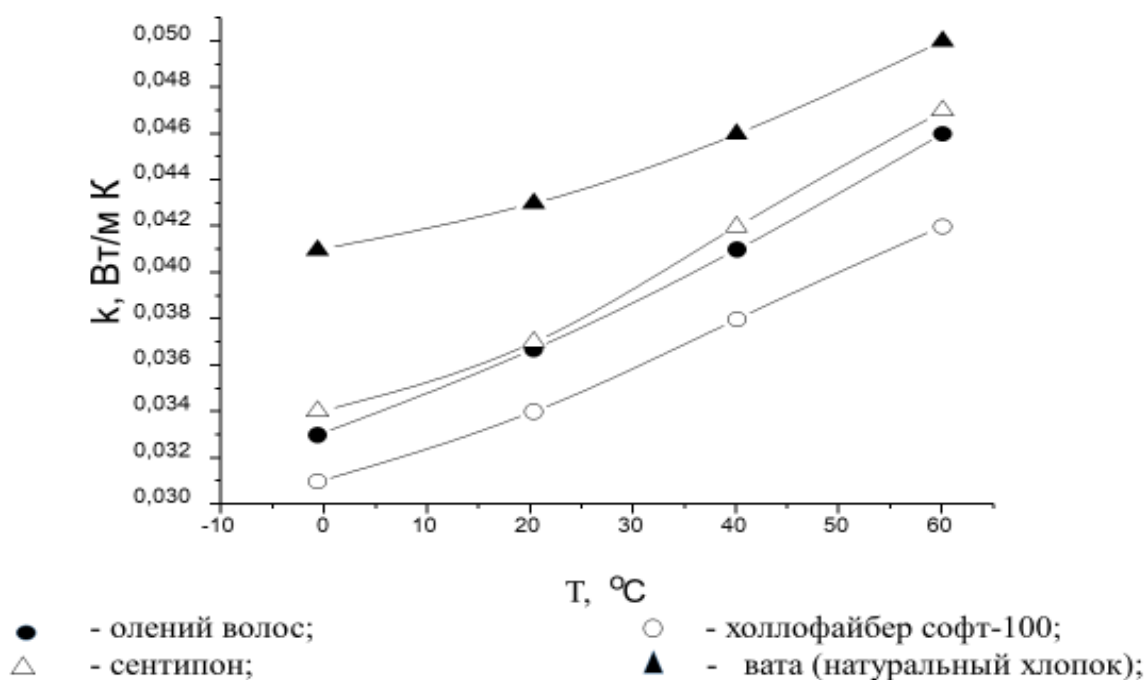


Рис. 7. Зависимость коэффициента теплопроводности оленьего волоса и синтетических волокон от температуры

Для мониторинга температуры внутри исследуемых спальных мешков и пуховиков был изготовлен манекен (рис. 8) длиной 1,6 м и повторяющий конституцию человека[1]. Манекен был изготовлен из скотча и набит тканью. В характерных точках манекена изображенных на рис. 8 прикреплялись датчики температуры DHT22 (рис.9), который через плату управления термодатчиком подключался через USB порт к компьютеру. Мониторинг проводился на персональном компьютере посредством программы Arduino Mega. Манекен с датчиками одетый в пуховик или в спальном мешке помещался в морозильную камеру и охлаждался. По мере охлаждения манекена фиксировалась динамика понижения температуры под курткой. Результаты исследований представлены на рис. 10. К недостаткам метода можно отнести то что манекен с одеждой сам обладает большой теплоемкостью и эта теплоемкость разная в зависимости от надетой куртки и вносит возмущение в температуру холодильной камеры.



Рис 8 Манекен с датчиками температуры DHT22

За температуру манекена внутри спального мешка принимались показания датчика номер 2, как наиболее удаленного от краев спального мешка и точек соприкосновения с холодной поверхностью морозильной камеры.

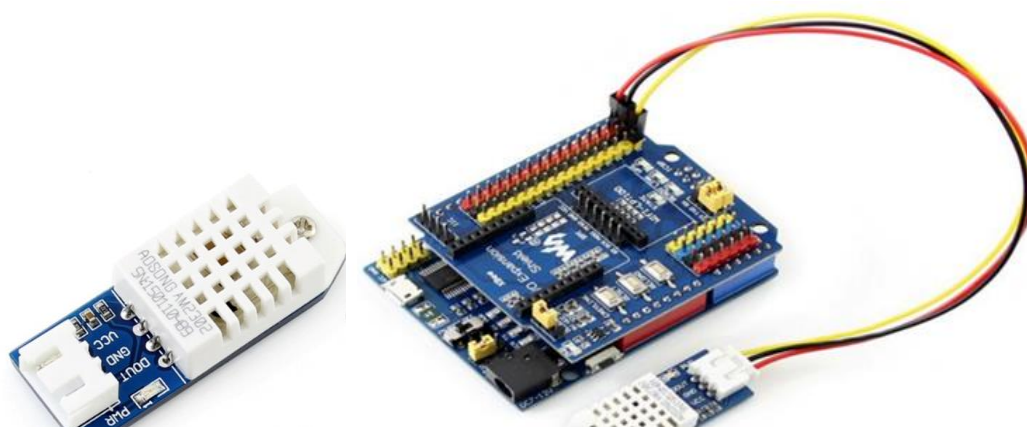


Рис 9. Датчик температуры и влажности DHT22

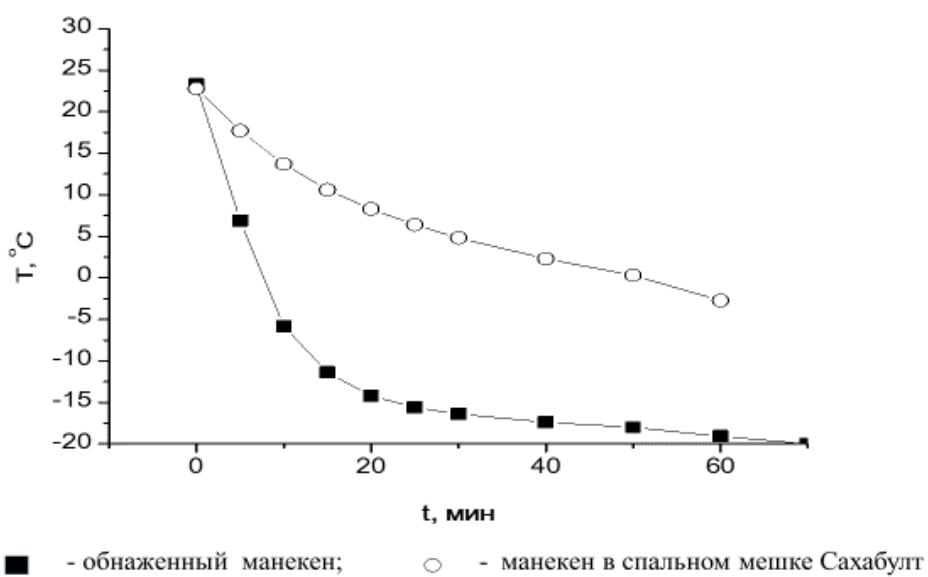


Рис 10. Динамика понижения температуры внутри спального мешка

На рис. 11 представлены результаты исследования пуховиков надетых на манекен и помещенных в морозильную камеру Орск. Как видно из графика наиболее лучшие результаты показали пуховики Canada Goose модель Expedition и Bask Antarctica, а наихудший показатель у синтепоновой куртки Alpha N-3b Parka.

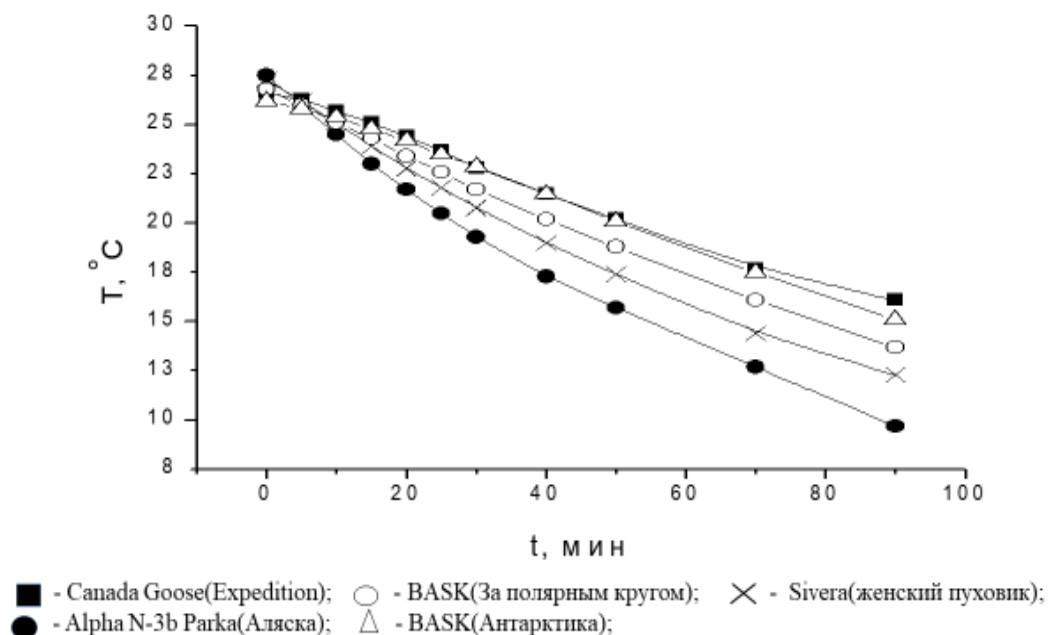
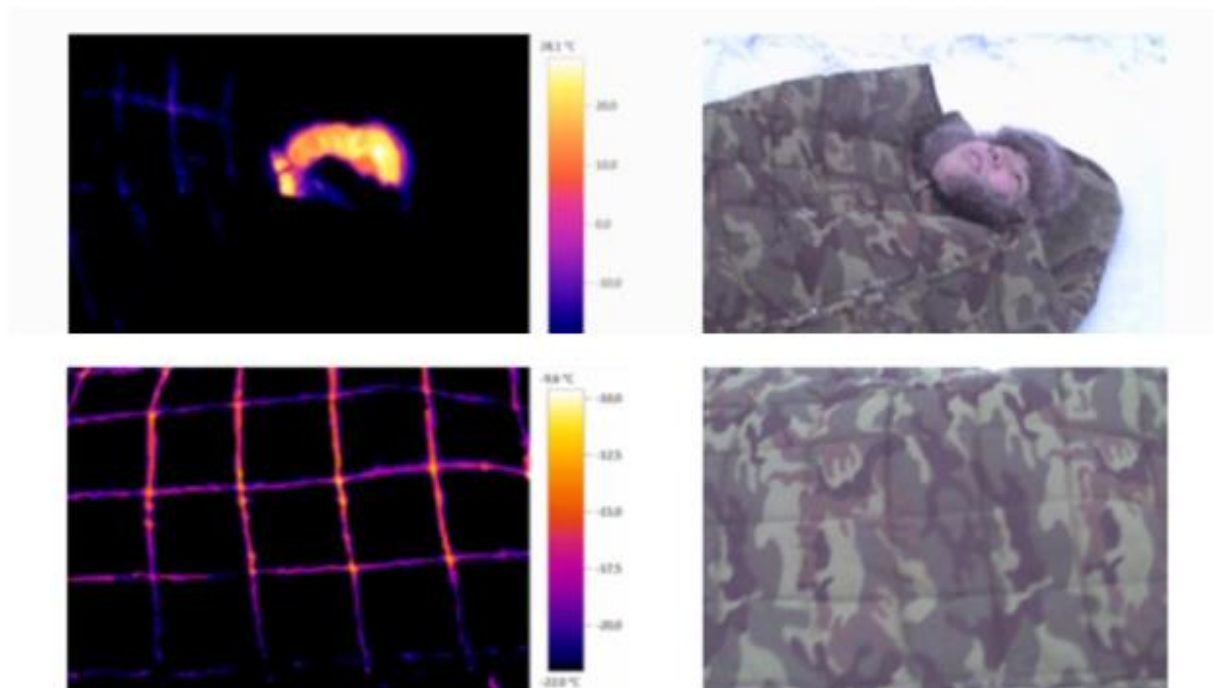


Рис. 11 Динамика уменьшения температуры под куртками у различных производителей

Нами были проведены также натурные испытания спального мешка. В спальный мешок продукции АО ФАПК Сахабулт был помещен молодой человек 16 лет, ростом 186см и весом 94 кг. Молодой человек был одет в синтепоновые зимние штаны и шерстяной свитер. Температура воздуха была -35°C . Тепловизор Testo-881-2. Коэффициент излучения – 0,95. Испытания закончились тем, что через 15 минут молодой человек начал чувствовать дискомфорт от холода и был вынужден покинуть спальный мешок(рис.12).

Как и предполагалось, значительная потеря тепла происходит через швы спального мешка, о чем свидетельствует термограмма. Термограмма показывает, что температура в области швов выше($-11,5^{\circ}\text{C}$), чем в основной толще материала(-22°C).



Молодой человек, 16 лет, рост - 186см, вес - 94кг, одет в синтепоновые штаны и свитер. Температура воздуха - -35°C . Через 15 минут человек начинает чувствовать дискомфорт от холода.

Рис. 12 Натурные испытания спального мешка АО ФАПК Сахабулт

Выводы

Олений волос является неплохим теплоизолятором, данный вывод следует из результатов экспериментов по сравнению с синтетическими волокнами, где он показал результаты лучшие чем популярный материал сентипон, но чуть уступил холлофайберу. Натурные испытания спального мешка из оленьего волоса показали, что сильная потеря тепла идет через швы. Дополнительно был

проведены исследования понижения температуры внутри спальных мешков и различных пуховиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. K. Kuklane, V. Dejke Testing Sleeping Bags According to EN 13537:2002: Details That Make the Difference, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE) 2010, Vol. 16, No. 2, 199–216

TECHNICAL SCIENCES

DYNAMIC ANALYSIS OF THE DISK TURBINES

Lyssenko V.

Candidate of technical science, head of LLP «Water Energy»

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИСКОВОЙ ТУРБИНЫ

Лысенко В.

кандидат технических наук, директор ТОО «Water Energy»

Abstract

In this article provides theoretical analysis of the torque and power of turbine disc from Coriolis forces and the forces of viscous friction of the fluid in the gaps between the rotor discs. In this case, the analytical dependence of the power on the shaft of the turbine from Coriolis forces and the viscous friction forces and the reduced radius of the parameters of the flow rate and the geometry of the disk, as well as the technique of hydraulic experimental determination of the coefficient of viscous friction, the experimental values, depending on the speed of the fluid. The results of the work are useful for engineering calculations, the experimental determination of the hydraulic coefficient of viscous friction and dynamic analysis of structures developed by the disc turbine.

Аннотация

В статье проведен теоретический анализ крутящего момента и мощности дисковой турбины от сил Кориолиса и сил вязкого трения жидкости в зазорах между дисками ротора. При этом получены аналитические зависимости мощности на валу турбины от сил Кориолиса и сил вязкого трения и приведенного радиуса от параметров расхода жидкости и геометрии дисков, а также разработана методика экспериментального определения гидравлического коэффициента вязкого трения и получены экспериментальные значения в зависимости от скорости жидкости. Результаты работы применимы для инженерных расчетов дисковых турбин.

Keywords: disk turbine, the viscous friction coefficient, fluid flow, the capacity of the turbine.

Ключевые слова: дисковая турбина, расход жидкости, коэффициент вязкого трения, крутящий момент, мощность турбины.

Известны конструкции дисковых гидравлических машин, которые находят применение как в качестве насосов, так и в качестве турбин [1, 2].

Теоретические исследования динамики дисковых гидромашин в основном касаются решению задач о течении жидкости в кольцевой щели между вращающимися дисками насосов [3]. Эти решения базируются на уравнениях Навье-Стокса с различными краевыми условиями. Следует отметить, что исследования дисковых насосов показали их преимущества в определенных областях применения перед лопастными по эффективности, а также по шумовым и кавитационным характеристикам [4]. Эти преимущества относятся также и к дисковым

турбинам. Однако до настоящего времени нет теоретических разработок для расчета силовых характеристик дисковых турбин в зависимости от параметров водосброса и геометрии конструкции.

Целью исследования является получение аналитических зависимостей для определения крутящего момента и мощности на валу дисковой турбины от сил вязкого трения и сил Кориолиса в зависимости от геометрических параметров и расхода жидкости.

Для анализа силового взаимодействия жидкости с рабочими органами дисковой турбины рассмотрим схему взаимодействия потока воды с дисками ротора турбины, которая в упрощенном виде изображена на рисунке 1.

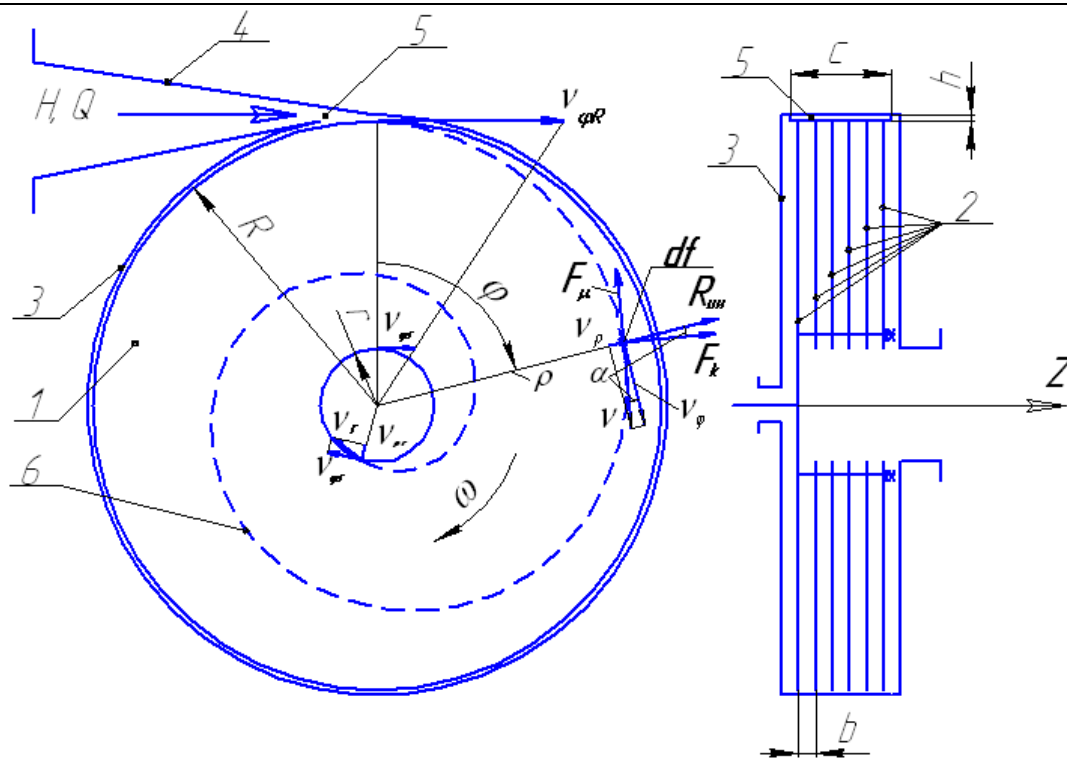


Рис.1 - Схема дисковой турбины

Особенность дисковой гидротурбины заключается в том, что её ротор 1 состоит из набора плоских дисков 2 толщиной d радиусом R в n количестве соединенных в пакет, жестко установленный на валу отбора мощности, который смонтирован на подшипниковых опорах в корпусе 3 с конфузором 4. Вода из диффузора 4 под напором H и с расходом Q подается через щелевое отверстие 5 шириной s и высотой h , попадая в зазоры между дисками величиной b , раскручивает ротор турбины за счет сил вязкого трения. В отличие от традиционных турбин, в которых вращение ротора турбины обеспечивается за счет сил реакции потока воды, воздействующего на лопасти турбины как на преграду. Вода, передавшая кинетическую энергию ротору турбины, выводится через центральное отверстие радиусом r по направлению оси Z .

Рассмотрим силовое взаимодействие напорного потока жидкости с дисками ротора турбины в цилиндрической системе координат (Z, ρ, φ) . Будем считать, что турбина имеет одну степень свободы и может вращаться только вокруг оси Z . Примем уплотнения идеальными, и не будем принимать во внимание взаимодействие жидкости с конструктивными элементами крепления дисков на валу отбора мощности ротора турбины.

Основными движущими силами, обеспечивающими движение роторов турбины, будут силы вязкого трения (сцепления) между поверхностью дисков и жидкостью. Элементарную силу вязкого трения для единичного элемента по известным зависимостям можно записать в виде [4 - 9]

$$dF_{\mu} = 2 \frac{\mu}{b} df dv, \quad (1)$$

где μ – коэффициент вязкого трения, зависящий от вязкости жидкости, температуры, матери-

ала и шероховатости поверхности дисков, величины давления и, очевидно, он может быть определен только экспериментальным путем; df – площадь элемента (так как элемент жидкости взаимодействует в зазоре одновременно с двумя дисками, то принят коэффициент 2); dv – абсолютная скорость элемента жидкости.

Элементарная сила вязкого трения будет создавать крутящий момент на роторе турбины относительно оси вращения Z

$$dM_{\mu} = dF_{\mu} \rho = 2 \frac{\mu}{b} df dv_{\varphi} \rho, \quad (2)$$

где dv_{φ} – тангенциальная составляющая скорости элемента жидкости.

Для определения суммарного крутящего момента необходимо знать краевые значения скорости жидкости на входе в зазоры между дисками и на выходе из них. С учетом расхода жидкости на входе в зазоры между дисками значение тангенциальной скорости можно записать в следующем виде

$$v_{\varphi R} = \frac{Q}{hc}, \quad (3)$$

Принимая угловую скорость дисков постоянной для определенного расхода жидкости и сил сопротивлений, с учетом пропорционального изменения линейной тангенциальной скорости в зависимости от радиуса приложения её значение можно вычислить по формуле

$$\omega = \frac{QR'}{hcR^2}, \quad (4)$$

здесь R' – приведенный радиус, физический смысл которого заключается в следующем. Если турбина работает в холостом режиме, то скорость вращения ротора будет максимальной, а мощность турбины минимальная, то есть энергия потока жидкости будет затрачиваться, лишь на преодоление трения в подшипниках. В таком режиме относительная тангенциальная скорость потока и дисков

почти нулевая. При подключении нагрузки скорость вращения ротора турбины падает.

Из выражения (4) видно, что на холостом режиме работы турбины, когда приведенный радиус $R' = R$, угловая скорость вращения максимальна. В реальности при холостом режиме преодолеваются сопротивления в подшипниках и уплотнениях. При этом приведенный радиус несколько меньше наружного радиуса дисков. При подключении полезной нагрузки приведенный радиус уменьшается и, соответственно снижается угловая скорость вращения ротора турбины.

Выражение для тангенциальной скорости жидкости на выходе из зоны взаимодействия с дисками ротора турбины можно записать в виде

$$v_{\varphi r} = \frac{QR'r}{hcR^2}. \quad (5)$$

С учетом краевых условий и допущений напорный поток жидкости будет разгонять ротор турбины на приведенном радиусе R' и в первом приближении можно записать уравнение (2) в интегральной форме в следующем виде

$$\int_0^M dM_\mu = 2 \frac{\mu}{b} \int_0^{f'} df \int_{v_{\varphi R}}^{v_{\varphi r}} dv_\varphi R', \quad (6)$$

где $f' = \pi\pi(R^2 - R'^2)$ – суммарная площадь взаимодействия, на которой создается крутящий момент от сил вязкого трения.

Учитывая зависимости (3) и (5), проинтегрировав выражение (6), принимая во внимание, что движение ротора турбины происходит за счет сил противодействия силам вязкого трения, получим окончательно выражение для крутящего момента на роторе турбины от сил вязкого трения

$$M = \frac{2\mu\pi\pi(R^2 - R'^2)(R-r)Q}{bhc}. \quad (7)$$

Здесь следует отметить, что при холостом ходе турбины, когда отсутствуют силы полезного сопротивления, приведенный радиус R' будет близок к наружному радиусу дисков R ротора турбины. В этом случае крутящий момент на турбине минимален, а угловая скорость вращения максимальна. При нагруженной турбине угловая скорость вращения турбины падает и, соответственно уменьшается приведенный радиус R' , а крутящий момент на турбине при этом возрастает.

Из уравнения (7), принимая крутящий момент на валу турбины равным суммарному крутящему моменту сил трения и полезной нагрузки определяется приведенный радиус R' по следующей зависимости

$$R' = \sqrt{R^2 - \frac{bhcM}{\pi\mu\pi Q(R-r)}}. \quad (8)$$

Мощность на валу ротора дисковой турбины с учетом (4) и (7) определится по следующей зависимости

$$N = M\omega = \frac{2\mu\pi\pi(R^2 - R'^2)(R-r)R'Q^2}{bR^2[hc]^2}. \quad (9)$$

Для анализа полученных аналитических зависимостей необходимо экспериментальное определение коэффициента вязкого трения μ . Для этих целей была разработана методика и изготовлен специальный стенд.

Стенд состоит из рамы, на которой установлен электродвигатель с блоком из 7 звездочек разного

диаметра и два кронштейна с направляющими блоками для приводной цепи. Пакет из нескольких пластин или пластина определенного размера, которые погружались в емкость с водой и закреплялись при помощи тонкой нити к динамометру, который соединялся с цепью такой же нитью.

Для определения коэффициента вязкого трения был изготовлен пакет из пяти пластин размером $0,1 \times 0,15$ м из того же материала, что диски турбины, а именно из алюминия толщиной 1,2 мм. Зазор между пластинами $b = 0,0018$ м определялся толщиной шайб.

Методика определения коэффициентов заключается в следующем.

Пакет из пластин или пластина погружались в воду. Затем кронштейны с блоками устанавливались в плоскости одной из семи звездочек, на которую устанавливалась цепь. Для замера силы трения F_μ в экспериментах использовался динамометр. Скорость определялась в соответствии с радиусом R задействованной в испытании звездочки и частоты $n = 1380$ об/мин вращения вала электродвигателя по формуле $v = (\pi n R)/30$.

Коэффициент вязкого трения определяется из зависимости (1) по формуле

$$\mu = \frac{b F_\mu}{2 f v}, \quad (10)$$

где $f = 2 \cdot 5 \cdot 0,15 \cdot 0,15 \text{ м}^2$ – суммарная площадь пакета пластин; $b = 0,0018 \text{ м}$ – зазор между пластинами; F_μ – сила сопротивления, которая определяется экспериментально в зависимости от скорости v .

Экспериментальные значения коэффициента вязкого трения μ в зависимости от изменения скорости v потока воды, аппроксимированы линейной функцией с стандартным отклонением 0,00013925 и среднеквадратичной ошибкой 0,8493682 в виде уравнения

$$\mu = 0,000343 v + 0,000849. \quad (11)$$

Следует отметить, что в зазорах между дисками турбины скорость элемента жидкости меняется от максимального на входе в зазоры до минимальной на выходе из них. В этой связи коэффициент вязкого трения также будет меняться в зависимости от значения скорости. Это обстоятельство сложно для аналитического выражения. В первом приближении можно принять коэффициент вязкого трения постоянным в зазорах, приняв скорость элемента жидкости как среднюю тангенциальную скорость. Эта скорость с учетом зависимости (4) запишется в виде

$$v_{\varphi \text{ ср}} = \frac{QR'(R-r)}{2hcR^2}. \quad (12)$$

С учетом (11) и (12) выражение (9) запишется в следующем виде.

$$N = \frac{2\mu\pi\pi(R^2 - R'^2)(R-r)R'Q^2}{bR^2[hc]^2} (0,000343 \frac{QR'(R-r)}{2hcR^2} + 0,000849). \quad (13)$$

Очевидно, основными движущими силами, обеспечивающими движение роторов турбины, будут силы вязкого трения (сцепления) между поверхностью дисков и жидкостью. Однако, поскольку в зазорах между дисками турбины жидкость перемещается относительно дисков с

некоторой относительной скоростью, то будут возникать Кориолисовы силы инерции. Тангенциальные составляющие этих сил будут создавать на валу турбины крутящий момент, который представляет следующую зависимость [7- 9]

$$M_k = \frac{1}{2} \lambda \rho_{\text{ж}} (n-1) (R^2 - r^2) Q \omega. \quad (14)$$

Мощность на валу дисковой турбины от сил Кориолиса определится с учетом (14) и (4) по следующей зависимости

$$N_k = M_k \omega = \frac{\lambda \rho_{\text{ж}} (n-1) (R^2 - r^2) R'^2 Q^3}{2 h^2 c^2 R^4}. \quad (15)$$

Для анализа полученных аналитических зависимостей (14) и (15) необходимо экспериментальное определение коэффициента трения λ жидкости с поверхностью смоченных дисков. Методика определения коэффициента трения λ аналогична описанной выше методики определения коэффициента вязкого трения. В эксперименте использовалась прямоугольная пластина размерами 0,2х0,15м соответствующего дискам турбины материала, а именно из алюминия толщиной 1,2 мм.

Коэффициент трения по смоченной поверхности определялся по известной зависимости

$$\lambda = \frac{F_{\lambda}}{\rho_{\text{ж}} f v^2}, \quad (16)$$

где $f = 2 * 0,2 * 0,15 = 0,06 \text{ м}^2$ – суммарная площадь смоченной поверхности, $\rho_{\text{ж}} = 1020 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды при температуре 20°C, F_{λ} – сила сопротивления, которая определялась экспериментально в зависимости от скорости v .

Экспериментальные значения пяти средних из десяти замеров сил трения F_{λ} при разных скоростях v позволили определить среднее значение коэффициента трения по смоченной поверхности $\lambda_{\text{ср}} = 0,0024$.

Графики зависимостей мощности дисковой турбины создаваемой силами вязкого трения от расхода воды $Q [\text{м}^3/\text{с}]$, вычисленной по формуле (13) (сплошная линия) и от сил Кориолиса – по формуле (15) (пунктирная линия) для следующих параметров: $R=0,2 \text{ м}$, $r=0,06 \text{ м}$, $n=30$, $c=0,06 \text{ м}$, $h=0,01 \text{ м}$, $b=0,0018 \text{ м}$, $\lambda=0,0024$ при $R'=0,1 \text{ м}$ – представлен на рисунке 2.

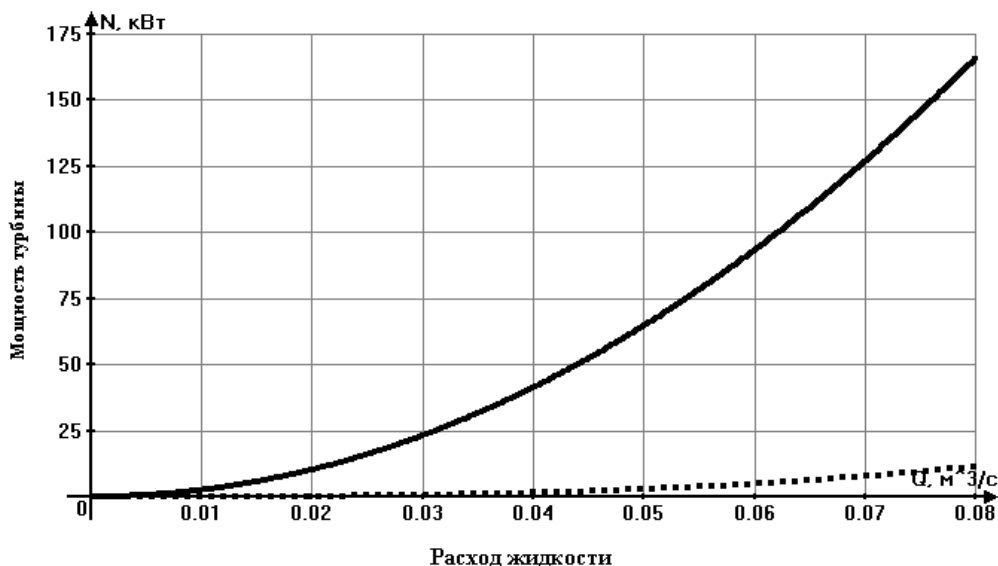


Рис. 2 - График аналитической зависимости мощности N на роторе дисковой турбины создаваемой силами вязкого трения (сплошная линия) и силами Кориолиса (точечная линия) от расхода Q воды

Из графика (рисунок 2) видно, что мощность на валу дисковой турбины, создаваемая силами Кориолиса значительно меньше, чем мощность от сил вязкого трения. С возрастанием расхода жидкости доля мощности от сил Кориолиса, по сравнению с мощностью от сил вязкого трения, растет и при расходе равном 0,08 м³/с составляет 7%.

Полученные аналитические зависимости позволяют проводить анализ влияния параметров напорной жидкости, конструкции и геометрических размеров дисковой турбины на её динамические характеристики. Эти зависимости применимы для инженерных расчетов дисковых турбин.

Полученные аналитические зависимости позволяют не только определить мощность дисковой гидротурбины, но и показывают пути их конструкторской модернизации. В частности разработана и запатентована новая конструкция дисковой тур-

бины, позволяющая значительно увеличить эффективность работы за счет увеличения площади контакта жидкости в зазорах между дисками турбины. Однако, следует отметить, что корректное использования полученных зависимостей возможно после проведения более детальных экспериментальных исследований реальных турбин в производственных условиях и сопоставление их с аналитическими зависимостями.

Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта «Изготовление опытно-промышленных образцов дисковых гидротурбин и комплектующих для микро ГЭС разной мощности и организация их промышленного производства», финансируемого в рамках Проекта «Стимулирование продуктивных инноваций», поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мисюра В.И., Овсянников Б.В., Присяжков В.Ф. Дисковые насосы. М.: Машиностроение. 1986. – 112 с.
2. N. Tesla. Turbine. United States Patent № 1061206, May 6, 1913
3. Перельман Р.Г., Поликовский В.И. Основы теории насосов дискового типа. Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, № 1, 1963, С. 101–111.
4. Васильцов Э.А., Невелич В.В. Геометрические электронасосы. Л.: Машиностроение, 1968. – 259 с.
5. Lyssenko V.S. The analysis of power influence arising from viscous friction on dynamics of the disk turbine. International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2013. – № 1. URL: www.science-sd.com/452-24351 (23.10.2013).
6. Lyssenko V.S. Analytical determination of the power turbine disk. 4th International Scientific Conference “European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches”: Papers of the 4th International Scientific Conference. July 8-9, 2013, Stuttgart, Germany. 2013. p. 85-87.
7. Лысенко В.С. Анализ влияния сил инерции на динамику дисковой турбины. Сборник научных трудов SWorld, 2013, Том 7, Выпуск 3, с.61-65.
8. Lyssenko V.S. «ANALYSIS OF INFLUENCE OF INERTIA FORCES ON THE DYNAMICS OF TURBINE DISK» in Modern scientific research and their practical application, edited by Alexandr G. Shibaev, Alexandra D. Markova. Vol.J21310 (Kupriyenko SV, Odessa, 2013) – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/J21310.pdf> (date 12.02.2014) - J21310-110.
9. Lyssenko V.S. Distribution of liquid stream's speeds in the disk turbine // Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development, proceedings of the 2nd International scientific conference. ORT Publishing. – Stuttgart, Germany. 2013. P. 78-81.

УДК 621-436

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE ENGINE D-240 WITH THE ADDITION OF WATER-METHANOL MIXTURE IN THE AIR SUPPLY SYSTEM**Storozhev I.,***candidate of technical Sciences, associate Professor, teacher at the state UNIVERSITY of the North Of the TRANS-Urals, Tyumen***Startsev A.,***Doctor of Technical Sciences, Professor, Chelyabinsk***Romanov S.***Candidate of Technical Sciences, position Associate Professor, Tyumen***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ Д-240 С ДОБАВЛЕНИЕМ ВОДО-МЕТАНОЛОВОЙ СМЕСИ В СИСТЕМУ ПИТАНИЯ ВОЗДУХОМ****Сторожев И.И.,***кандидат технических наук, доцент, преподаватель в ГАУ Северного Зауралья, г.Тюмень***Старцев А.В.,***Доктор технических наук, профессор, г. Челябинск***Романов С.В.***Кандидат технических наук, должность доцент, г.Тюмень***Abstract**

This article describes the process of decomposition of methanol when it is fed into the power system of a diesel engine. The formation of a methanol-air mixture (MVS) is described in detail, chemical reactions occurring in different temperature regimes are composed. The results of theoretical calculations on the change in the volume content of nitrogen oxides in the combustion products of the MVC and their impact on the economic and mechanical performance of the diesel 2H 10.5/12.0 are presented. The review of scientific works of scientists of ready developments of existing systems of injection of water-methanol in the engine is carried out. A patent review of water-methanol supply to diesel engines is also presented. The scheme of water-methanol supply to the air supply system of the d-240 engine was developed. On the basis of the upgraded model, the optimal concentration of pure methanol in the water-methanol mixture was determined, which is 30%. According to calculations and practical studies, the selection of existing nozzles was made, their optimal diameter was selected within 0.6-0.2 mm, the operating pressure for spraying the liquid to the dispersed state was determined in the value of 7 MPa. Adjustment of water-methanol supply to each nozzle was performed, which determined the average optimal fluid flow rate of 30 ml / minute, ensuring stable operation of the engine. The article also presents the test reports carried out on the factory sample and the upgraded sample of the installation of water-methanol injection into the engine.

Based on the data obtained, the next stage of development of our development will begin with laboratory tests of the working model.

Аннотация

В данной статье рассмотрен процесс разложения метанола при подаче его в систему питания дизельного двигателя. Подробно описано образование метаноловоздушной смеси (МВС), составлены химические реакции, протекающие в разных температурных режимах. Представлены результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания оксидов азота в продуктах сгорания МВС и их влияния на экономические и механические показатели дизеля 2Ч 10,5/12,0. Проведен обзор научных трудов ученых готовых разработок существующих систем впрыска водо-метанола в двигатель. Также представлен патентный обзор подачи водо-метанола в дизельные двигатели. Разработана схема подачи водо-метанола в систему питания воздухом двигателя Д-240. На основе работы модернизированной модели определена оптимальная концентрация чистого метанола в водо-метаноловой смеси, которая составляет 30%. По данным расчетов и практических исследований выполнен подбор из существующих форсунок, подобран оптимальный диаметр в пределах 0,6 - 0,2 мм, определено рабочее давление для распыления жидкости до дисперсного состояния в значении 7 МПа. Выполнена настройка подачи водо-метанола на каждую форсунку, что определило средний оптимальный расход жидкости в величине 30 мл/минуту, обеспечивающий стабильную работу двигателя. Так же в статье представлены протоколы испытаний, проведенных над заводским образцом и модернизированным образцом установки впрыска водо-метанола в двигатель.

На основе полученных данных следующий этап развития нашей разработки начнется с лабораторных испытаний рабочей модели.

Keywords: methanol-air mixture, d-240 engine modernization, alternative fuel, multicomponent fuel, exhaust gas toxicity reduction, pyrolysis, water-methanol injection into the engine, water and water-methanol injectors, engine efficiency.

Ключевые слова: метаноловоздушная смесь, модернизация двигателя Д-240, альтернативное топливо, многокомпонентное топливо, понижение токсичности отработавших газов, пиролиз, впрыск водо-метанола в двигатель, форсунки для подачи воды и водо-метанола, КПД двигателя.

Для улучшения топливной экономичности двигателей машинно-тракторных агрегатов в настоящее время одним из перспективных способов считается внедрение альтернативных топлив, содержащих водо-метаноловую смесь. При подаче такой смеси в жидком виде в цилиндры двигателя либо во впускной трубопровод происходит формирование топливо-воздушного заряда в составе водо-метаноловой эмульсии, что позволяет заметно снизить расход топлива, улучшить показатели двигателя и увеличить его мощность. Несмотря на все достоинства и преимущества такой системы, исследования применительно к дизельным двигателям в этом направлении, по существу, не проводились.

С момента открытия двигателя внутреннего сгорания прошло более ста лет, за это время были проведены исследования и применены большое количество попыток относительно повышения экономичности, мощности двигателя исходя из применения процесса парообразования воды и спиртосодержащих смесей. При работе двигателя с добавлением спиртосодержащей смеси, вода в результате кипения или испарения преобразовывалась в пар. Спиртосодержащая смесь при воздействии атмосферного давления по своим химическим преобразованиям увеличивалась в объеме в 1700 раз, что приводило к значительному увеличению крутящего момента, мощности и коэффициента полезного действия (КПД) модернизированного двигателя. В процессе применения спиртосодержащей смеси в двигателе внутреннего сгорания повышается мощность и при этом экономится топливо (на 10...15%). Учитывая тот факт, что вода имеет до-

статочно высокую удельную теплоту парообразования, в 7 раз превышающую удельную теплоту парообразования бензина, можно утверждать, что у воды наилучшие показатели охлаждения. Таким образом при сгорании дисперсного топлива обеспечивается дополнительное охлаждение двигателя за счет использования теплоты сгорания на испарение воды [8].

Анализируя литературные источники и труды ученых, подтвердилась гипотеза, что при формировании топливо-воздушной смеси целесообразно использование спиртосодержащей смеси не в виде топливо-водяной эмульсии, а в чистом виде с дальнейшим парообразованием внутри цилиндра двигателя. Также важным обстоятельством является понижение токсичности отработавших газов, что делает использование спиртосодержащей смеси в качестве присадки к топливовоздушной смеси еще более привлекательным решением. Понижение эмиссии вредных веществ обусловлено в первую очередь присутствием водо-метанола, вступающего в химическую реакцию горения. Анфилов А. А. в своих научных трудах упоминал процесс горения метанола в дизельном двигателе, также этот вопрос был описан в работах Лиханова В. А. Ученые описывали, как при смешивании паров топлива и метанола, ДТ (запального) и окислителя при $T_{\text{б}} > 1000 \text{ K}$, взаимодействия молекул азота водо-метаноловой смеси (МВС) с молекулами кислорода приводит к образованию оксида азота. В процессе пиролиза молекулы метанола CH_3OH вступают в химический процесс, протекающий по реакции, представленной на рисунке 1 [1,3]

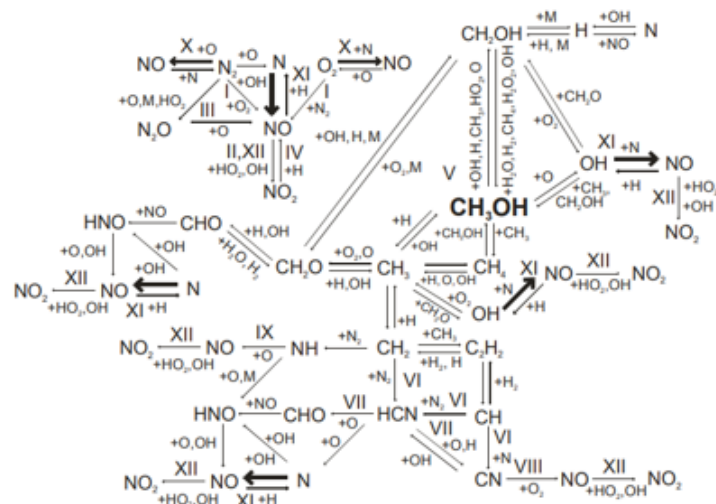
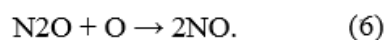
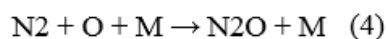
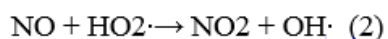


Рис. 1. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи: I – образование NO по бимолекулярной реакции; II – окисление NO до NO₂ в предпламенной зоне; III – образование и разложение гемиоксида азота N₂O; IV – образование NO за счет расхода NO₂; V – термический пиролиз метанола; VI – взаимодействие молекулярного азота с углеводородными фрагментами; VII – превращение HCN в CN; VIII, IX – образование быстрого NO; X – образование термического NO по механизму Я.Б. Зельдовича; XI – образование термического NO через радикалы OH; XII – окисление NO до NO₂ в запыленной зоне.[1,3]

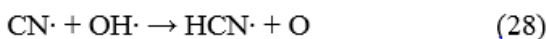
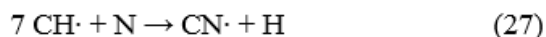
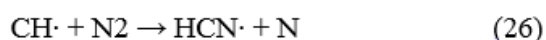
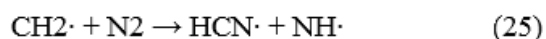
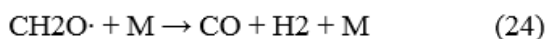
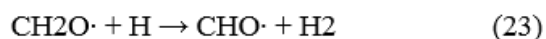
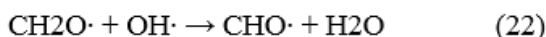
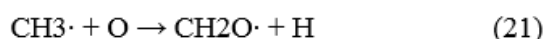
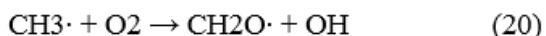
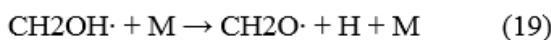
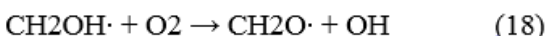
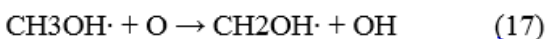
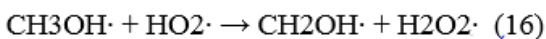
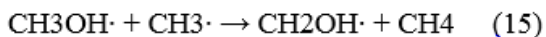
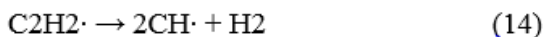
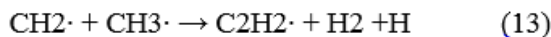
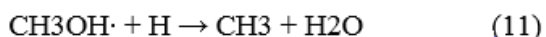
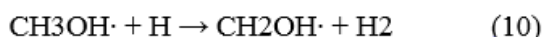
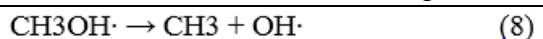
Далее к рисунку 1 приведем уравнения, отражающие процесс химизма, из которых видно, что концентрация оксидов азота увеличивается с ростом концентрации молекулярного кислорода. Вода разбавляет горючую смесь, уменьшая тем самым относительную концентрацию кислорода, что благоприятно влияет на снижение NO в отработавших газах. К тому же известна термическая природа образования оксидов азота, суть которой заключается в увеличении концентрации NO с ростом температуры среды по экспоненциальному закону. Подача воды (пара) в зону горения понижает температурный режим цикла, и, следовательно, уменьшает образование оксидов азота.

Рассмотрим процесс образованию оксида азота в среде с температурой от 1000 К и более при смешении паров топлива метанола, ДТ (запальной) и окислителя. Взаимодействие молекул кислорода и азота протекает с образованием метанолавоздушной смеси по реакциям 1-7:

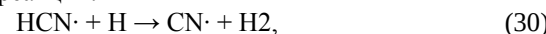


Далее в предпламенной зоне происходит доокисление образовавшегося оксида азота до (NO₂), под действием в основном пероксидного радикала (HO₂), образующегося в зоне гибели атомарного водорода и радикала OH, (II, рис. 1) При температурном уровне ниже 1500 К имеется недостаток окислителя азота МВС, что приводит к образованию быстрых оксидов азота по схеме (III, рис. 1) с образованием и разложением гемиоксида азота (N₂O). Затем диоксид азота практически весь переходит в оксид азота с последующим образованием молекулы метанола (ветвь IV, рис. 1):

Образовавшиеся в результате пиролиза молекулы метанола (CH₃OH) распадаются по схеме (цепь V, рис. 1) с образованием промежуточных продуктов соединения типа HCN· и CN·, участвующих в последующем в механизме образования быстрого (NO). Половина HCN·, образовавшегося по реакциям 25, 26 и 28, превращается в CN· (цепь VII, рис. 1):



Часть молекул $\text{HCN}\cdot$, около 10 %, образует $\text{CN}\cdot$ по реакции:



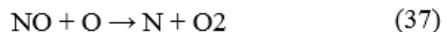
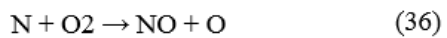
а остальные 40 % преобразуются в азот по реакции 31:



Радикалы CN , NH , образованные в процессе цепных реакций, являются дополнительными центрами формирования быстрого оксида азота (ветви VIII, IX, рис. 1), что описано в химических реакциях 32,33:

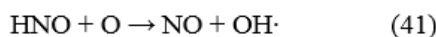
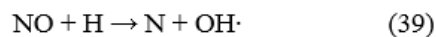
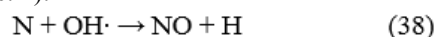


Далее по механизму Я.Б. Зельдовича протекает образование термического оксида азота (цепь X на рис. 1):



При глубоком пиролизе топлива в КС дизеля при работе на метаноле с ДСТ находится большое количество локальных объемов смеси, в которых

присутствуют промежуточные химически неустойчивые продукты низкотемпературного разложения метанола, в том числе радикалов $\text{OH}\cdot$. Поэтому образование термического оксида азота протекает также по схеме через радикалы свободные $\text{OH}\cdot$ (цепь XI, рис. 1):



Радикалы $\text{CN}\cdot$, $\text{NH}\cdot$, которые образовались в процессе реакций 25-30 доокисляются, что описано реакциями 32, 33. При наличии избытка окислителя и становления максимальной температуры ведущими реакциями окисления становятся CH_3OH , определяющие тепловой режим в цилиндре дизеля. Образование термического NO протекает в определяющей степени по реакциям 36-41 (цепи X, XI, рис. 1). В этот момент равновесная концентрация атома азота по сравнению с концентрацией атомарного кислорода низка, из-за чего не происходит цепной реакции. Поэтому интенсивное образование оксида азота возможно лишь после завершения первой стадии горения смеси, с практически полным расходом исходных углеводородов и образованием промежуточных продуктов сгорания – CO и H_2 с максимальной концентрацией.

С понижением температуры происходит расход оксида азота по представленным выше химическим реакциям 17-39 (цепи X, XI, рис. 1). При температуре ниже 970 К происходит доокисление NO в NO_2 в запламенной зоне за счет реакций 2 и 3 (ветвь XII, рис. 1). На протяжении всех химических реакций в продуктах сгорания МВС можно видеть различные оксиды азота, которые по термодинамической устойчивости можно расположить в ряд по убыванию: NO , N_2O , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 . Таким образом, в рассмотренном процессе сгорания топлив метанола воздушная смесь не только является инициатором каталитических цепей, но и одновременно принимает участие в развитии самих цепей.

Известно также устройство для подачи ВМС в двигатель внутреннего сгорания с использованием системы двойной топливоподачи.

Далее рассмотрим результаты теоретических и стендовых расчетов по подбору концентрации $\gamma \text{ NO}$ $x_{\text{расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0. В расчетах определялась зависимость объемного содержания $\gamma \text{ NO}$ от угла п.к.в. и частоты вращения 1800 мин⁻¹ и 1400 мин⁻¹ при работе на дизельном топливе и на метаноле с ДСТ.

Значение полученного объемного содержания $\gamma \text{ NO}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при значении $\varphi = 140,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т. (выходное расчетное значение $\gamma \text{ NO}$ $x_{\text{вых,расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) определено как 463 ppm. При частоте вращения $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ и $\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$; $\Theta_{\text{м}} = 34^\circ$ что отражено в протоколах испытания, концентрации $\gamma \text{ NO}$ $x_{\text{max,расч}}$ оксидов азота в цилиндре ди-

зеля соответствует максимальному теоретическому расчетному значению при работе на метаноле с ДСТ. Данная величина равна 389 ppm при угле $\varphi = 25,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т. Расчеты отражают понижение концентрации до 32,7%.

При значениях $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ видно, что максимальное значение объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля равно 663 ppm при угле п.к.в. после в.м.т. $\varphi = 19,0^\circ$. Выходное значение концентрации $\text{г NO}_x \text{ на } \text{вых}_{\text{расч}}$ в момент открытия выпускного клапана при угле п.к.в. после в.м.т. $\varphi = 140,0^\circ$ составило 509 ppm. При $\Theta_{\text{дт}} = 30^\circ$; $\Theta_{\text{м}} = 30^\circ$, $\varphi = 21,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т. выявлено максимальное значение концентрации $\text{г NO}_x \text{ на } \text{тах}_{\text{расч}}$ оксидов азота в размере 411 ppm. Таким образом добились снижения расхода топлива до 38,8%.

На основании проведенных стендовых и теоретических исследований о влиянии использования метанола с ДСТ в качестве альтернативного топлива на процессы образования и разложения оксидов азота, были определены экологические, механические и экономические показатели дизеля 2Ч 10,5/12,0 с полусферической камерой сгорания в поршне. При впрыскивании дизельного топлива (запального) через многоструйную форсунку установлена возможность улучшения его экологических показателей, а именно, понижение концентрации оксидов азота в ОГ, экономии дизельного топлива, рост эффективных показателей двигателя.

Экспериментальными исследованиями для снижения содержания оксидов азота в ОГ, объемного содержания г NO_x и массовой концентрации С NO_x оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ определены значения оптимальных установочных УОВТ:

- для ДТ - 30° п.к.в.,
- для метанола - 30° п.к.в.
- для сохранения КПД двигателя на уровне серийного дизеля на номинальном режиме при подачах запальной порции дизеля в объеме 6,8% и метанола в объеме 93,2%.

При замене дизельного топлива метанолом получилось достичь общей экономии топлива до 86%.

Разработанный химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ при впрыскивании ДТ (запального) через многоструйную форсунку и предложенная на его основе математическая модель расчета содержания оксидов азота в цилиндре и ОГ дизеля показали схожие результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований, отраженных в протоколах испытаниях 1-2.

Так при $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ и оптимальных установочных УОВТ максимальное значение расчетной концентрации $\text{г NO}_x \text{ на } \text{тах}_{\text{расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля составило 397 ppm при $\varphi = 21,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т., а выходное в момент открытия выпускного клапана - 306 ppm. С понижением частоты вращения до $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ расчетное содержание оксида азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ получилось равным 413 ppm при $\varphi =$

$21,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т., а выходное в момент открытия выпускного клапана - 318 ppm.

Экспериментальными исследованиями и расчетным путем были определены значения содержания оксидов азота в ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе и на метаноле с ДСТ для частоты вращения $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ в зависимости от установочного УОВТ. Так экспериментальные значения на оптимальных углах при частоте $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ содержание оксидов азота в ОГ составляет 330 ppm, а расчетное - 309 ppm, что соответствует объему в 0,45 г/м³. При $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ и работе дизеля на метаноле с ДСТ экспериментальное значение содержания в ОГ дизеля оксидов азота получено в значении 360 ppm, а расчетное содержание - 338 ppm, что соответствует объему 0,47 г/м³.

Далее рассмотрены расчетные значения объемного содержания и массовой концентрации оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12 в зависимости от изменения угла п.к.в. при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ. Максимальное значение концентрации в цилиндре дизеля показало 408 ppm при угле $\varphi = 21,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т., при этом максимальное значение С NO_x при этом же значении угла составляет равно 0,59 г/м³. Выходные расчетные значения г NO_x и С NO_x в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п.к.в. после в.м.т. составляют, соответственно, 313 ppm и 0,45 г/м³. Таким образом имеем снижение расхода топлива на 32,2% для каждого показателя.

Далее рассмотрены показатели, полученные при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$, оптимальных углов и давлений 0,55 Мпа. Значения концентрации оксида азота при проведении опыта на дизельном топливе равно 424 ppm, а при работе на метаноле с ДСТ - всего 282 ppm. Снижение расхода составило 31,9%. При этом значения концентрации оксида азота при работе двигателя на дизельном топливе определено в объеме 0,65 г/м³, а при работе на метаноле - 0,43 г/м³. Получаем снижение расхода на 32,1%.

Понижая частоту вращения двигателя до $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ определяем расчетные и экспериментальные значения содержания оксидов азота. Экспериментальным путем определили, что при работе на метаноле с ДСТ по сравнению с ДТ содержание NO_x в ОГ уменьшается с 478 ppm до 308 ppm, а с увеличением частоты $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ - с 365 ppm до 253 ppm, что соответственно составляет 34,4% и 31,0%. Результат описывает снижение объемной концентрации с 0,75 г/м³ при работе на ДТ до 0,47 г/м³ при работе на метаноле с ДСТ. При частоте вращения $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ при работе на ДТ С NO_x расч составляет 0,59 г/м³, а при работе на метаноле с ДСТ - только 0,40 г/м³. Таким образом снижение составляет 32,1%.

Далее проведем обзор систем впрыска водо-метанола в двигатель. На рисунке 2 показана простая схема осуществления впрыска водо-метанола в двигатель. Согласно данной схемы в системе моно впрыск рабочей смеси происходит через центральный патрубок впуска.

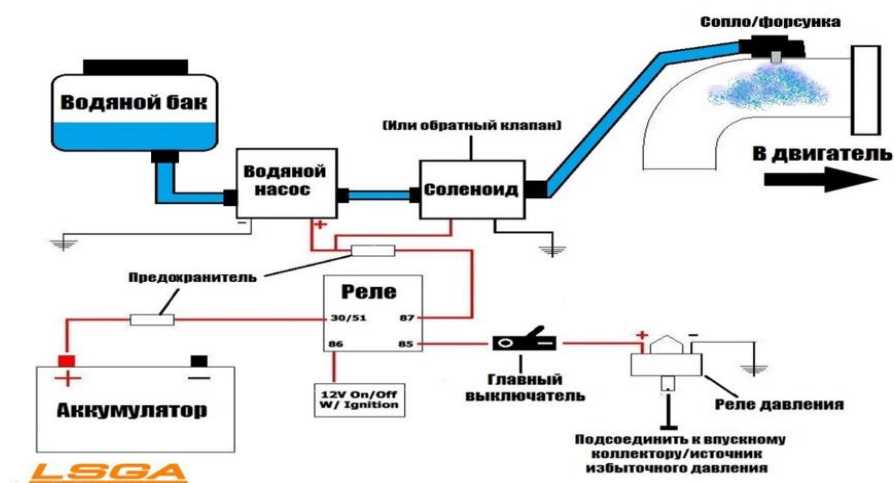


Рисунок 2 – Схема впрыска водо-метанола в двигатель.

Помимо систем с моно впрыском водо-метанола встречаются и такие системы, где с непосредственным впрыском подается рабочая смесь. Эта система изображена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Непосредственный впрыск водо-метанола в двигатель [4, 5].

С научной стороны описания результатов о применении впрыска метанола не достаточно раскрыто, отсутствует детальный анализ параметров работы двигателя, количества выбросов отработанных газов и других переменных величин. Поэтому нами была разработана система непосредственной подачи водо-метанола во впускной коллектор двигателя 4Ч 11/12,5. Данная схема представлена на рисунке 4. Особенность этой схемы заключается в полной автоматизации системы.

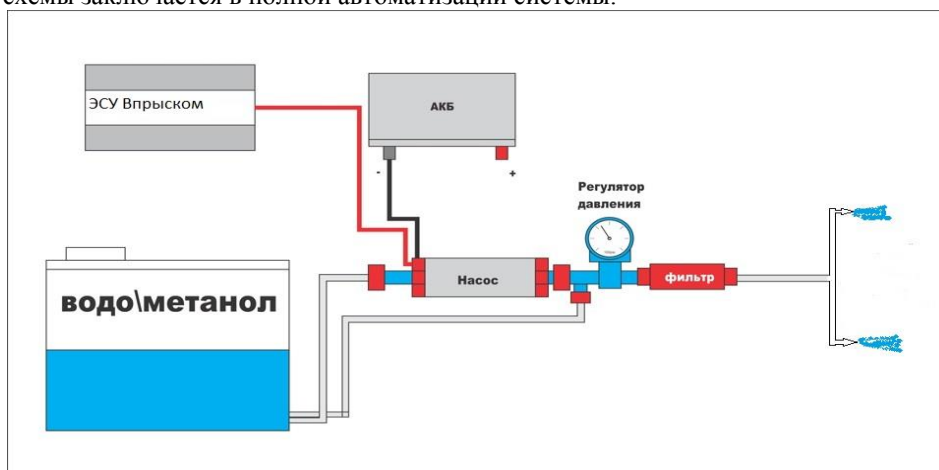


Рисунок 4 – Предлагаемая нами система впрыска водо-метанола.

Работа системы происходит следующим образом: жидкости из бака по средством насоса высокого давления попадает в систему подачи, далее для продолжительной работы форсунок происходит очищение смеси с помощью фильтров. После фильтрации смесь будет подаваться в форсунки, давление подачи будет корректироваться с помощью регулятора давления, а излишки смеси будут сбрасываться обратно в бак. Так же с помощью регулятора давления будет изменяться объем подаваемой смеси при увеличении нагрузки с помощью вакуума.

Проведя аналитический обзор, мы выбрали наиболее подходящие для нашей системы подачи, форсунки фирмы SSCO представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Форсунки для подачи воды и водо-метанола SSCO.

Форсунки имеют ряд преимуществ, таких как интегральный клапан, фильтр сетка, обширный диапазон работы по давлению, благодаря которому мы сможем настроить распыл для оптимальной работы двигателя с диаметром сопла от 0,6 до 0,2 мм.

Исходя из проведенных исследований, был определен рабочий состав смеси, который представляет собой пропорцию воды и метанола в концентрации 30%, данная концентрация позволит нашей системе работать при отрицательных температурах. Произведена настройка форсунок, где определили рабочее давление при котором будет достигнут дисперсный распыл форсунки, которое равно 7 МПа. Настроили подачу ВМС на каждую форсунку при среднем расходе жидкости 30 мл /минуту.



Рисунок 6 – опытный образец установки впрыска – водо-метанола в двигатель.

Результаты первоначальных испытаний в сравнении с работой двигателя в изначальном заводском состоянии.

Протокол испытания №1 – испытание ДВС в заводском состоянии.

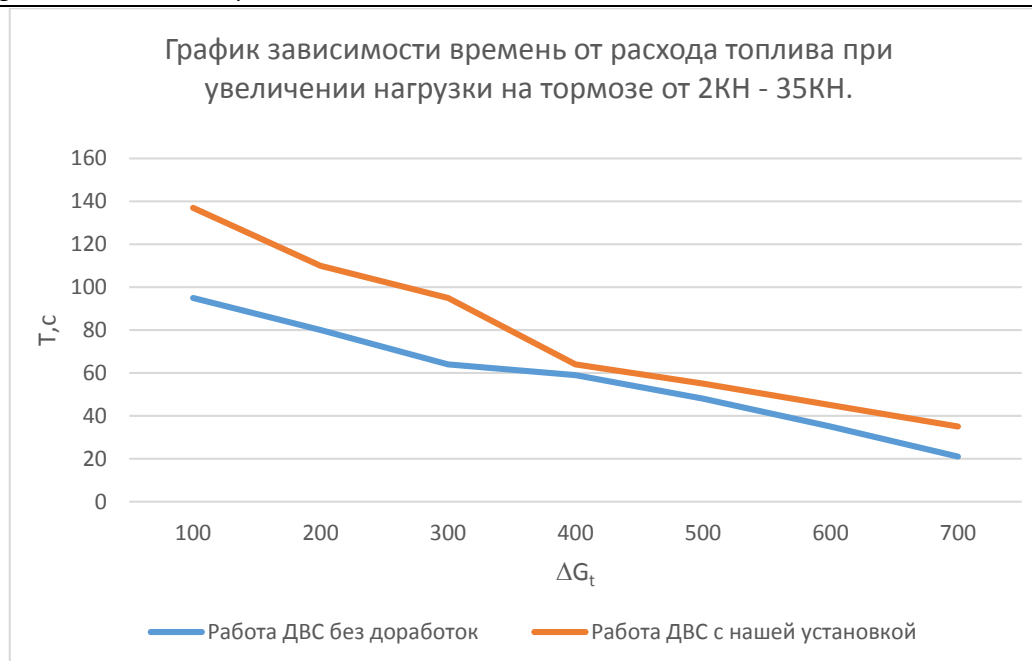
№	Наименование параметра и размерность	Обозначение параметра	Номер опыта						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Частота вращения вала двигателя, мин ⁻¹	n	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
2	Нагрузка на тормозе, кг	P_T	2	6	15	21	25	30	35
3	Расход топлива за опыт, г	ΔG_T	100	100	100	100	100	100	100
4	Продолжительность опыта, с	T	1,45	1,20	1,04	59	48	35	21
5	Показания U-образного водяного манометра, мм вод. ст.	Δh	115	118	120	120	120	122	124
6	Температура охлаждающей жидкости, °C	$t_{ж}$	50	55	60	70	74	85	91
7	Часовой расход топлива, кг/ч	G_T	3,43	4,5	5,6	7,2	7,5	10,3	17,1
8	Условная мощность механических потерь, кВт	$N_{мп}$	131,4						
9	Крутящий момент, Н·м	M_K	14	42	105	147	175	210	245
10	Эффективная мощность, кВт	N_e	2,78	8,35	20,9	29,2	34,8	41,8	48,7
11	Индикаторная мощность, кВт	N_i	134,2	139,7	152,3	160,6	166,2	173,2	180,1

$P_{мп} = 1,748 \text{ МПа}$ (Условное среднее давление механических потерь).

Протокол испытания №2 – испытание ДВС с нашей установкой.

№	Наименование параметра и размерность	Обозначение параметра	Номер опыта						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Частота вращения вала двигателя, мин ⁻¹	n	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
2	Нагрузка на тормозе, кг	P_T	2	6	15	21	25	30	35
3	Расход топлива за опыт, г	ΔG_T	100	100	100	100	100	100	100
4	Продолжительность опыта, с	T	2,17	1,50	1,35	1,04	55	45	35
5	Показания U-образного водяного манометра, мм вод. ст.	Δh	115	115	118	119	120	120	122
6	Температура охлаждающей жидкости, °C	$t_{ж}$	50	52	58	67	69	80	87
13	Часовой расход топлива, кг/ч	G_T	2,62	3,2	3,78	4,55	6,5	8	10,2
21	Условная мощность механических потерь, кВт	$N_{мп}$	131,4						
22	Крутящий момент, Н·м	M_K	14	42	105	147	175	210	245
24	Эффективная мощность, кВт	N_e	2,78	8,35	20,9	29,2	34,8	41,8	48,7
27	Индикаторная мощность, кВт	N_i	134,2	139,7	152,3	160,6	166,2	173,2	180,1
28	Расход водометанола, г.	g_i	140	115	100	75	65	60	50

$P_{мп} = 1,748 \text{ МПа}$ (Условное среднее давление механических потерь).



Выводы:

1. Рассмотрен процесс разложения метанола при подаче его в систему питания дизельного двигателя. Описали образование метаноловоздушной смеси (МВС) с помощью химических реакций, протекающих в разных температурных режимах.

2. Представлены результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания оксидов азота в продуктах сгорания МВС и их влияния на экономические и механические показатели дизеля 2Ч 10,5/12,0.

3. Разработана схема подачи водо-метанола в систему питания воздухом двигателя Д-240. На основе работы модернизированной модели определен оптимальный состав концентрации водо-метанола, который составляет 30% чистого метанола.

4. По данным расчетов и практических исследований выполнен подбор из существующих форсунок, подобран их оптимальный диаметр в пределах 0,6 - 0,2 мм на рабочее давление для распыления жидкости до дисперсного состояния в значении 7 МПа.

5. Выполнена настройка подачи водо-метанола на каждую форсунку, что определило средний оптимальный расход жидкости в величине 30 мл/минуту, обеспечивающий стабильную работу двигателя.

6. При дальнейшем исследовании подачи водо-метаноловой смеси будет проводится настройка и автоматизация процесса впрыска в систему питания воздухом двигателя Д-240.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 . Сторожев И.И. Улучшение экологических показателей дизельного двигателя путём добавления воды в рециркуляцию отработавших газов. / И.И. Сторожев // «Наука в современных условиях от идеи до внедрения» Ульяновская ГСХИ. 2007. С. 39-42.

2 . Панфилов А.А. Сравнительная характеристика компонентов топлив двигателей// Улучшение

эксплуатационных показателей ДВС: межвуз. сб. науч. тр. – СПб. – Киров: Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 2. – С. 124 - 136.

3 . Павлов А.Н. Двигатели внутреннего сгорания: «Домашние технологии». 2016 гг. [URL]/http://engine.aviaport.ru/main.htm

4 . Лиханов В.А., Лопатин О.П., Анфилов А.А. Химизм образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи //ЮНИКОМ: – М.: МГОУ, 207. – С. 61-64.

5 . Матюшин В.С. Влияние влаги, вводимой в горячий воздух, на содержание оксидов азота в продуктах сгорания жидкого топлива / В.С.Матюшин// Теплоэнергетика. – 1980. – №11. – С. 22.

6 . Хасанова В.А. Утилизация теплоты отработавших газов двигателя внутреннего сгорания / Хасанова, В.А. // RU 28900 U1, 7 F01 G 5/02. М.-10.12.2002.

7 . Старцев А.В. Эффективность использования машинно-тракторных агрегатов с двигателями, работающими на многокомпонентном топливе. Сообщение 1. Экономическая оценка. / А.В. Старцев, И.И. Сторожев // «Наука и производство»: Сб. науч.- труд. / под В.В. Ерофеева. – Челябинск: ЧРО РАЕН, 2009. С. 10-17.

8 . Сторожев И.И. Повышение топливной экономичности тракторного агрегата на базе тракторов МТЗ-80/82 путем добавления воды в систему питания воздухом. /И.И. Сторожев // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) — Челябинск, 2009. – 157 с.

9 . Варламов С.Е. Водотопливные эмульсии и водная инъекция [Текст] / С.В. Романов // Наука и техника: / отв. ред. А.А. Филипов. – С.-П.: Стелла, 2014. – С.103 – 105.

10 Sebastian V. S., Turner J. WG, Sileghemb L., Vancouillieb J. Methanol as a fuel for internal combustion engines // Progress in Energy and Combustion Science. –V. 70, January 2019. 43-88.

УДК 004.02, 004.9

MODELING OF PROCESS MANAGEMENT IN ONLINE LENDING SYSTEMS**Tkachenko O.,***PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the department of information technologies, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv***Tkachenko A.,***PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the department of software engineering, National Aviation University, Kyiv***Ovcharuk I.,***PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the department of information technologies, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv***Tkachenko K.,***Senior Lecturer at the department of information technologies, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv,***Radionov B.,***undergraduate at the department of information technologies, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv,***Chyhyr I.***undergraduate at the department of information technologies, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv,***МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМАХ ONLINE-КРЕДИТОВАНИЯ****Ткаченко О.И.,***кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев***Ткаченко А.А.,***кандидат физико-математических наук, доцент кафедры инженерии программного обеспечения, Национальный авиационный университет, г. Киев***Овчарук И.В.,***кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев***Ткаченко К.А.,***старший преподаватель кафедры информационных технологий, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев,***Радионон Б.А.,***магистрант кафедры информационных технологий, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев,***Чигир И.А.***магистрант кафедры информационных технологий, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев,***Abstract**

The article discusses the modeling of process management in online lending systems, which takes into account the external environment of the control object (processes occurring in these systems), the development trends of such systems. Modeling contributes to forecasting the consequences of managerial decisions on the functioning and development of online lending systems and the development of optimal process management strategies in them.

Аннотация

В статье рассмотрено моделирование управления процессами в системах online-кредитования, которое учитывает внешнее окружение объекта управления (процессов, происходящих в этих системах), тенденции развития таких систем. Моделирование способствует прогнозированию последствий управленческих решений по функционированию и развитию систем online-кредитования и разработке оптимальных стратегий управления процессами в них.

Keywords: complex system, online lending system, modeling, cognitive model, cognitive analysis, process, process management.

Ключевые слова: сложная система, система online-кредитования, моделирование, когнитивная модель, когнитивный анализ, процесс, управление процессом.

Online-кредитование – сфера финансовой деятельности, имеющая огромный потенциал для привлечения клиентов из основных финансовых учреждений, принятия нового стандарта для получения кредитов и создания дополнительных инвестиционных возможностей.

В наше время прослеживается стремление к развитию и совершенствованию методов кредитования. Равноправное завершение сделки благодаря переходу в виртуальную среду способствует заключению сделок между инвесторами и заемщиками без привлечения банковских и иных посредников.

Когнитивный анализ в сфере online-кредитования способствует пониманию существующих проблем, определению противоречий и анализу процессов, которые происходят в этой среде.

Сущность когнитивного моделирования [1, 2] в сфере online-кредитования как элемента когнитивного анализа заключается в упрощенном отображении сложных проблем и тенденций развития системы online-кредитования, исследовании возможных сценариев возникновения кризисных ситуаций, а также путей и условий их преодоления. Использование когнитивного моделирования качественно повышает обоснованность принятия управленческих решений [3, 4].

Этапами когнитивного моделирования управления процессами в системах online-кредитования являются:

- *Определение факторов*, характеризующих среду, систему, процессы, ситуацию (например, суть проблемы управления online-контентом можно сформулировать, используя факторы «Online-услуга кредитования», «Погашение платежей по online-услуге кредитования», «Доходы кредитной организации», «Платежеспособность клиента», «Количество клиентов», «Расходы на организацию системы кредитования», «Сумма кредита», «Срок погашения кредита», «Неуплата платежей по online-услуге кредитования», «Валюта кредита» и т.п.).

- *Определение связей между факторами*, направления действий и взаимовлияния между факторами. Например, факторы «Количество клиентов» и «Сумма кредита» влияют на фактор «Доходы кредитной организации».

- *Определение характера воздействия* (положительное, отрицательное). Например, увеличение (уменьшение) фактора «Количество клиентов» увеличивает (уменьшает) «Расходы на организа-

цию на организацию системы кредитования» – положительное влияние; а увеличение (уменьшение) фактора «Неуплата платежей по online-услуге кредитования» уменьшает (увеличивает) «Доходы кредитной организации» – негативное влияние. На этом этапе строится когнитивная модель верхнего уровня (соответствующая когнитивная карта в виде ориентированного графа).

- *Определение степени влияния факторов* друг на друга (слабо, сильно). На этом этапе окончательно строится когнитивная модель сферы online-кредитования (включая и когнитивную карту факторов online-кредитования, и когнитивную карту процессов online-кредитования, и когнитивную карту управления процессами в системах online-кредитования).

Таким образом, когнитивная модель управления процессами в системе online-кредитования представляет собой комплекс моделей (когнитивных (представляемых когнитивными картами) и онтологических (отражающих семантические отношения между субъектами процессов online-кредитования) для разных процессов и разных уровней системы.

Следует отметить, что у графов, визуализирующих (отображающих, представляющих) когнитивные модели, все дуги должны быть взвешены. Эти веса отображают степени влияния факторов друг на друга. При указании весов дуг обычный ориентированный граф превращается в функциональный.

При когнитивном моделировании термины «когнитивная карта» и «ориентированный граф» часто употребляются как равнозначные; хотя, понятие «ориентированный граф» шире, а термин «когнитивная карта» указывает лишь на одно из применений ориентированного графа.

Когнитивная карта состоит из факторов – элементов системы online-кредитования, в роли которых могут выступать как субъекты кредитования (например, клиенты, кредиторы (кредитные организации)), так и процессы кредитования, и связей между этими элементами.

Подобные схемы представления причинно-следственных связей широко используются для анализа сложных систем в экономике и социологии.

Пример когнитивной карты некоторой ситуации, сложившейся в сфере online-кредитования на одном из ее уровней, приведен на рис.1.



Рис. 1. Часть когнитивной карты для верхнего уровня сферы online-кредитования.

Когнитивная карта отражает лишь факт наличия воздействий факторов друг на друга. В ней не отражается ни детальный характер этих влияний, ни динамика изменения воздействий в зависимости от изменения ситуации, ни временные изменения самих факторов.

Учет всех этих обстоятельств требует перехода на следующий уровень структуризации информации, то есть на следующий уровень когнитивной модели.

На приведенном в рис.1 уровне каждая связь между элементами когнитивной карты (факторами) раскрывается соответствующими зависимостями (отношениями), каждая из которых может описываться совокупностью переменных (отражающих как количественные, так и качественные стороны функционирования сферы online-кредитования).

При этом «качественной» переменной ставится в соответствие определенное число, принадлежащее отрезку $[-1, 1]$. Знак числа определяется характером воздействия фактора (положительное, отрицательное).

Когнитивная модель ситуации может быть представлена ориентированным графом, каждая дуга в котором отображает функциональную зависимость между факторами, определяемую соответствующими процессами в системе online-кредитования. Таким образом, когнитивная модель ситуации представляется особым видом графа, так называемым функциональным графом [1, 4, 5].

Пример функционального графа, отображающего представленную на рис. 1 ситуацию в сфере online-кредитования, показан на рис. 2.

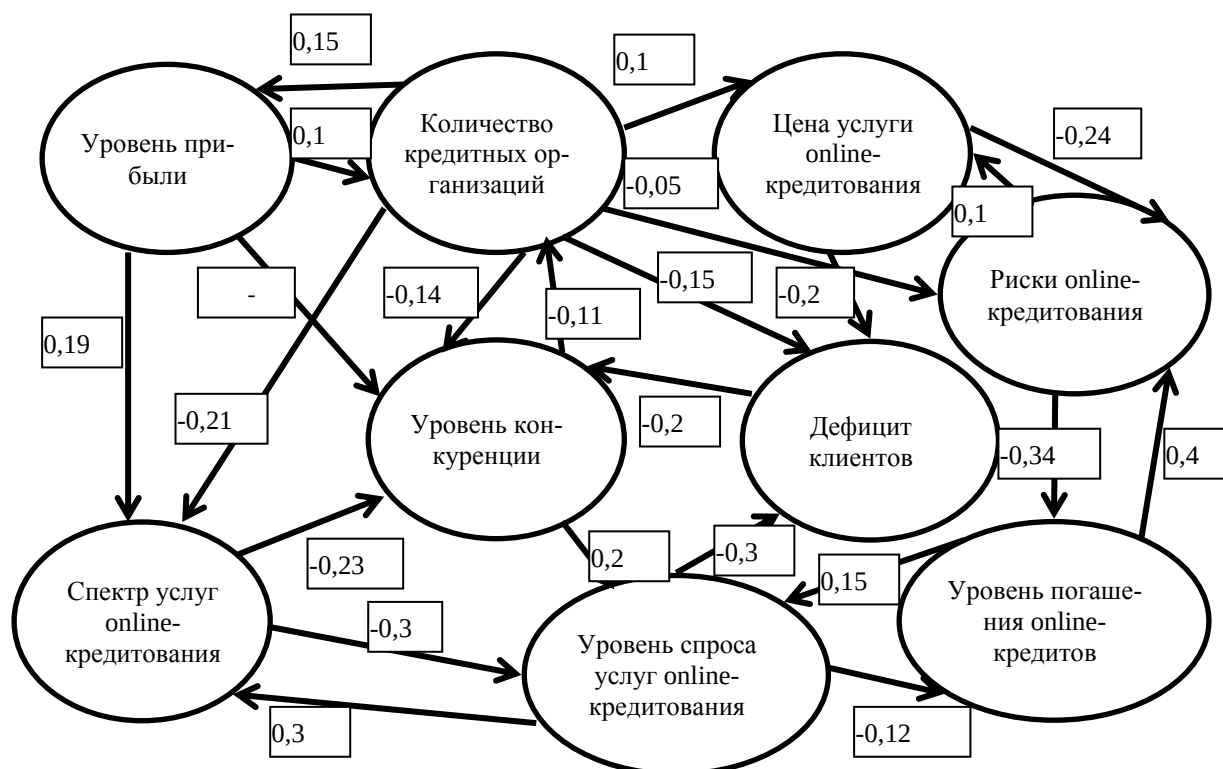


Рис. 2. Функциональный граф.

Для оптимального и эффективного моделирования управления процессами в системах online-кредитования необходимо осуществить так называемую структуризацию системы online-кредитования, которая предполагает определение основных элементов системы (субъектов и объектов управления; факторов, влияющих на ситуацию, в которых может оказаться система; процессов, происходящих в системе; факторов, определяющих влияние на систему внешней среды и т.п.) и выделить виды отношений (зависимостей) между элементами системы (отношения онтологий, семантические связи, иерархические, подчинения, предшествования, наследования и т.п.).

В частности, следует разделить факторы, влияющие на ситуации, в которых может оказаться система, и факторы, определяющие влияние на систему внешней среды, на группы [5]:

- *целевые*, описывающие сущность проблем, для решения которых и создается система;
- *базовые* (общезначимые), описывающие сущность проблемы и существенно влияющие на ситуацию, в которой может находиться система;
- *незначительные*, слабо связанные с базовыми факторами и несущественно влияющие на ситуацию, в которой может находиться система.

При анализе конкретной ситуации эксперты в сфере online-кредитования определяют, какие изменения базовых факторов являются для него наиболее предпочтительными [4, 5]. Но наибольший интерес для экспертов представляют целевые факторы.

Цель управления предполагает генерацию управленческих решений относительно процессов, происходящих в системе online-кредитования, для

обеспечения желаемых изменений целевых факторов.

Во множестве базовых факторов выделяется совокупность:

- *управляющих* факторов – входных факторов когнитивной модели, необходимых для запуска формирования на основе модели управляющих воздействий на систему;
- *внутренних* факторов, принадлежащих как объекту, так и субъекту управления и находящихся под определенным контролем руководства кредитной организации;
- *внешних* факторов, отражающих влияние внешних сил на ситуацию или систему, не находящихся под контролем руководства кредитной организации или могущих контролироваться извне (субъектом управления, субъектом внешней среды). Среди внешних факторов обычно выделяют:
- *прогнозируемые (предполагаемые)*, возникновение и поведение которых можно предположить на основе анализа имеющейся информации;
- *непрогнозируемые (непредвиденные)*, о поведении которых эксперт узнает после их возникновения.

Факторы характеризуются также тенденциями (рост, снижение) изменения своих значений. При отсутствии изменения фактора можно говорить о стагнации (отсутствии тенденции, нулевой тенденции). Среди факторов целесообразно выделить:

- факторов-посылов и факторов-следствий;
- кратковременных и долгосрочных факторов.

При моделировании управления процессами в системе online-кредитования возможны следующие классы проблем:

- выявление факторов, их ранжирование (определение приоритетов), происходящее на этапе построения когнитивных карт в виде ориентированных графов для разных уровней системы;
- выявление степени влияния/взаимовлияния факторов (определение весов дуг графа), происходящее на этапе построения функциональных графов для разных процессов системы online-кредитования.

Важной проблемой когнитивного моделирования является определение весов дуг графа, то есть количественная оценка влияния/взаимовлияния факторов. При оценке весов дуг часто учитываются субъективные мнения экспертов. Основная задача при этом заключается в компенсации субъективности оценок с помощью процедур верификации. При этом обычно недостаточно одной проверки оценок экспертов на непротиворечивость.

Использование когнитивной модели способствует генерации оптимальных управленческих решений. Когнитивные модели системы online-кредитования визуализируют и упорядочивают информацию о ситуациях, процессах, окружающей среде, объектах и субъектах кредитной деятельности, целях, проблемах и путях их решения (в том числе и управленческих действиях).

При этом визуализация играет важную когнитивную роль, иллюстрируя не только результаты действий субъекта управления, но и подсказывая ему способы анализа и генерирования вариантов решений.

Когнитивная модель поясняет, на какой фактор или взаимосвязь факторов необходимо влиять, с какой силой и в каком направлении, чтобы получить желаемое изменение целевых факторов, то есть чтобы достичь цели управления процессами в системах online-кредитования с наименьшими затратами.

При достижении заданной цели (например, определения оптимальной стратегии или тактики кредитной деятельности, максимизации количества кредитных услуг, максимизации количества клиентов, победы в конкурентной борьбе, минимизации рисков и т.п.) сразу же ставится задача удержания ситуации в достигнутом благоприятном состоянии до тех пор, пока не появится новая цель. В принципе, задача удержания ситуации в нужном состоянии не отличается от задачи достижения цели.

Комплекс взаимосвязанных управленческих действий по отношению к online-кредитованию, их логическая последовательность составляют целостную стратегию управления – модель управления процессами в системе online-кредитования.

Применение подмоделей управления конкретными процессами в системе online-кредитования может привести к разным результатам. Здесь важно уметь предвидеть (спрогнозировать), к каким последствиям приведет то или иное управленческое решение.

Для разработки такого рода прогнозов используется сценарный подход (сценарное моделирование) в рамках когнитивного анализа. Иногда сценарное моделирование называют «динамическое имитационное моделирование» [6].

Сценарный подход представляет собой «разыгрывание» различных вариантов развития событий в сфере кредитования в зависимости от выбранной модели управления процессами в системе online-кредитования и поведения непредсказуемых факторов. Для каждого сценария строится триада «исходные предпосылки – влияние на ситуацию – полученный результат». Когнитивная модель в этом случае способствует учету всего комплекса различных факторов, эффектов от их влияния, динамику как самих факторов, так и их взаимосвязей при различных условиях.

Таким образом выявляются все возможные варианты развития системы и генерируются предложения по оптимальной стратегии управления процессами, происходящими в системе online-кредитования, с целью реализации желаемого сценария (из спектра возможных).

Основными этапами сценарного подхода (в рамках когнитивного подхода) к решению проблем моделирования управления процессами в системе online-кредитования являются:

- формирование цели управления процессами (желаемого изменения целевых факторов);
- формирование сценариев развития ситуации при применении различных стратегий управления;
- определение достижимости поставленной цели (реализуемости сценариев, ведущих к ней), проверка (верификация) оптимальности уже намеченной стратегии управления; выбор оптимальной стратегии, соответствующей лучшему, с точки зрения поставленной цели, сценарию.
- конкретизация оптимальной управленческой модели – разработка конкретно-практических рекомендаций руководителям, включающая в себя выявление управляющих факторов (с помощью которых можно влиять на развитие событий), определение силы и направленности управляющих факторов, предвидение возможных кризисных ситуаций вследствие влияния непредсказуемых внешних факторов и т.п.

Проведенное авторами исследование позволяет сделать следующие выводы, согласно которым когнитивное моделирование управления процессами в системе online-кредитования способствует:

- исследованию слабоформализуемых проблем, возникающих в сфере кредитования, которые довольно сложно поддаются изучению с помощью формализованного математического моделирования;
- учету изменений внешней среды и самого субъекта управления (процессов, происходящих в системе online-кредитования);
- систематизации и верификации представлений о субъекте управления у экспертов в сфере

кредитования (системе online-кредитования, процессах в ней происходящих и ее внешней среде (внешнем окружении));

- планированию и прогнозированию процессов online-кредитования с учетом управленческих решений, сформированных на основе многоуровневой когнитивной модели;

- прогнозированию последствий выполнения соответствующих управленческих решений по развитию системы online-кредитования;

- использованию в системе объективно сложившихся тенденций развития процессов в сфере кредитования, наличия совокупности разнообразных факторов, влияющих на функционирование такой сложной экономической системы, как система online-кредитования;

- разработке оптимальных стратегий управления процессами в системе online-кредитования с учетом влияния различных тенденций и факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. Available: <http://www.raai.org/about/persons/kulinich/>. Accessed on: September 26, 2019.

2. Максимов В.И., Корноушенко Е.К., Качаев

С.В. Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений Available: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/092aa276c601a997c32568c0003ab839>. September on: April 26, 2019.

3. Интеллектуализированные компьютерные технологии поддержки принятия решений. Available: <http://www.ipu.ru/labs/lab51/projects.htm>. Accessed on: September 25, 2019.

4. Ткаченко О.І., Ткаченко О.А., Ткаченко К.О. Система прийняття управлінських рішень щодо підготовки кадрів підприємств водного транспорту/О.І. Ткаченко, О.А. Ткаченко, К.О. Ткаченко//Водний транспорт. – 2016. – Вип.1 (24). – С.200-207.

5. Ткаченко О.А., Ткаченко О.І. Деякі аспекти ситуаційно-семантичного моделювання складних об'єктів, процесів та систем /О.А. Ткаченко, О.І. Ткаченко //Водний транспорт: Зб. наук. праць. – К.: КДАВТ, 2017. – Вип.№ 1 (26). – С.129-133.

6. Осипов Г.С. Динамические модели и инструментальные средства, использующие эмпирические и экспертные знания. Available: http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/dokl_osipov.html. Accessed on: September 25, 2019.

VETERINARY SCIENCES

ECONOMIC DAMAGE CAUSED BY ANIMAL DISEASES, ANIMAL HUSBANDRY PRODUCTS DETECTED DURING VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION

Balyberdin B.,

Candidate of Veterinary Sciences, Head of Veterinary Service of the Irkutsk Region. Irkutsk

Smallininov Yu.,

Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher of the Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East of SFNCA RAN. Novosibirsk

Yushkova L.,

Doctor of Veterinary Sciences, Chief Scientist, Head Laboratory of History and Organization of Veterinary Affairs, Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East of SFNCA RAN. Novosibirsk

Meltsov I.

Candidate of Veterinary Sciences of the Veterinary Service of the Irkutsk Region, Irkutsk

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ, ВЫЯВЛЕННЫХ ПРИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Балыбердин Б.Н.,

кандидат ветеринарных наук, руководитель службы ветеринарии Иркутской области. г. Иркутск

Смолянинов Ю.И.,

доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН. г. Новосибирск

Юшкова Л.Я.,

доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией истории и организации ветеринарного дела, Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН. г. Новосибирск

Мельцов И.В.

кандидат ветеринарных наук службы ветеринарии Иркутской области, г. Иркутск

Abstract

The article contains materials on veterinary and sanitary control. Post-slaughter veterinary examination provides an opportunity to detect diseases at early stages of development. The Service of the Irkutsk Region has established for 10 years that the economic damage in the detection of various diseases and pathological processes for all types of animals amounted to 30.8 million rubles.

Аннотация

Статья содержит материалы по осуществлению ветеринарно-санитарного контроля. Послеубойный ветеринарный осмотр дает возможность выявить заболевания на ранних стадиях развития. Службой Иркутской области за 10 лет установлено, что экономический ущерб при выявлении различных болезней и патологических процессов по всем видам животных выразился в сумме 30,8 млн руб.

Keywords: veterinary and sanitary inspection, decontamination, disposal, destruction, economic damage.

Ключевые слова: ветеринарно-санитарный осмотр, обезвреживание, утилизация, уничтожение, экономический ущерб.

При убойе скота на государственных предприятиях, а также личного скота граждан на бойнях некоторая часть его может оказаться не соответствующей требованиям Государственного стандарта. Работу по определению качества мяса и его пригодности для употребления в пищу осуществляет ветеринарно-санитарный контроль.

Послеубойная экспертиза и ветеринарно-санитарный контроль туш и органов животных имеет большое санитарно-эпидемиологическое значение и определяет биологическую безопасность продуктов питания животного происхождения. Правильно организованный и тщательно проведенный послеубойный ветеринарно-санитарный осмотр туш и

органов гарантирует полную выбраковку продуктов, представляющих опасность для здоровья населения и распространения инфекционных болезней среди животных. Кроме того, послеубойный ветеринарный осмотр дает возможность выявить заболевания на ранних стадиях развития, когда они еще не диагностируются клинически в хозяйствах-поставщиках убойных животных, а также максимально и наиболее рационально использовать все продукты убоя. Информация органов здравоохранения о выявлении при убойе животных таких болезней как сибирская язва, Ку-лихорадка, орнитоз, пситтакоз, туляремия, лептоспироз дает возможность своевременно организовать соответствующие профилактические и лечебные мероприятия.

Кроме прямого экономического ущерба, причиняемого инфекционными, незаразными и инвазионными болезнями животных в сельскохозяйственных предприятиях, которые отражаются в официальной ветеринарной статистике, имеют место потери от болезней и патологических процессов, выявленных при убойе животных и ветеринарно-санитарной экспертизе туш на убойных пунктах, в хозяйствах, мясоперерабатывающих предприятиях и рынках.

Для анализа использовали данные статистической ветеринарной отчетности «Сведения о ветеринарно-санитарной экспертизе сырья и продуктов животного происхождения» (форма 5-вет) службы ветеринарии Иркутской области за 10 лет (2009-2018 гг.). При этом учитывали результаты ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса в хозяйствах, убойных пунктах (площадках), на боенских (мясокомбинаты, птицекомбинаты, хладобойни) и мясоперерабатывающих предприятиях, а также сельскохозяйственных рынках.

В настоящее время в Иркутской области зарегистрировано 51 предприятие по убою разных ви-

дов сельскохозяйственных животных, зарегистрированных в областных государственных бюджетных учреждениях станций по борьбе с болезнями животных. Кроме того, в регионе функционируют 35 мясоперерабатывающих предприятий (убойные цеха, убойные площадки) различных форм собственности.

Наиболее крупные мясоперерабатывающие предприятия с высокими производственными мощностями находятся в составе специализированных свиноводческих и птицеводческих комплексов. На крупных мясокомбинатах при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы, как и во всем производственном процессе этих предприятий, применяют конвейерную систему послеубойного ветеринарного осмотра органов и туш. По ходу конвейера переработки крупного рогатого скота и свиней устанавливаются следующие точки ветеринарно-санитарного осмотра: осмотр голов, желудков и кишечника, паренхиматозных органов (ливера), туш, финальная точка. Сводные показатели ветеринарно-санитарного осмотра, обезвреживания, утилизации и уничтожения туш (мяса и мясных продуктов) в Иркутской области за 10 лет (2008-2017 годы) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели ветеринарно-санитарного осмотра туш животных в Иркутской области за 2008-2017 годы

Показатель	КРС	Свиньи	Овцы	Лошади	Куры	Всего
Осмотр на убойных пунктах, в хозяйствах						
Осмотрено тыс. гол.	189,7	110,4	7,0	5,8	1,1	364,0
Обезврежено, тонн	125,6	2,9	–	2,5	–	131,0
Утилизировано, тонн	41,3	5,4	–	–	–	46,7
Уничтожено, тонн	1,2	–	–	–	–	1,2
Осмотр на мясокомбинатах и птицекомбинатах						
Осмотрено, тыс. гол.	45,8	49,7	3,9	0,9	85409,8	100,3*
Обезврежено, тонн	33,5	41,0	–	10,8	2,4	85,3
Утилизировано, тонн	10,2	129,6	–	–	473,6	139,8
Утилизировано субпродуктов, тонн	173,1	988,7	–	0,4	1418,7	1162,2
Осмотр на рынках						
Осмотрено, тыс. гол.	50,2	41,8	11,9	–	6,2	110,1
Уничтожено, тонн	25,4	14,2	1,3	–	–	40,9
Мяса, тонн	1,8	2,4	0,1	–	–	4,3
Субпродуктов, тонн	18,1	15,6	0,4	–	–	17,1

Примечание: * – без показателей по курам

За анализируемый период на убойных пунктах и в хозяйствах, в том числе при подворном убойе, ветеринарно-санитарному осмотру в общей сложности подвергнуто 364 тыс. туш всех видов сельскохозяйственных животных (крупный рогатый скот, свиньи, мелкий рогатый скот, лошади). По результатам осмотра 131 т мяса была направлена на обезвреживание, 46 т – на утилизацию, и 1,2 т уничтожено путем сжигания.

На мясоперерабатывающих предприятиях региона за 10 лет осмотрено 100,3 тыс. туш животных (без учета птиц), в результате чего 85,3 т мяса подвергнуты обезвреживанию, 139,8 т мяса и 1162,2 т субпродуктов (включая паренхиматозные органы) утилизировано с выработкой мясо-костной муки.

Кроме того, в условиях убойных цехов птицекомбинатов региона осмотрено свыше 85,4 млн тушек кур. За годы анализа в Иркутской области ветеринарно-санитарному осмотру (без учета птиц) в общей сложности подвергнуты 574,4 тыс. туш животных разных видов.

На рынках Иркутской области за анализируемый период ветеринарно-санитарному осмотру и лабораторной экспертизе подвергнуты 110,1 тыс. туш разных видов животных и птиц. При этом уничтожено 40,9 т продукции, в том числе 4,3 т мяса и 17,1 т субпродуктов.

В соответствии с «Инструкцией о порядке браковки, направления на техническую утилизацию и уничтожение непригодных в пищу мяса и мясных

продуктов на мясоперерабатывающих предприятиях» туши животных, их части и паренхиматозные органы при ряде болезней разных видов животных и птиц, выявленных специалистами ветеринарного надзора при ветеринарно-санитарном осмотре, направляются на обезвреживание (проварка в высокотемпературном длительном режиме) с последующим изготовлением низкосортных мясных колбас, консервов и др., что влечет дополнительный экономический ущерб для хозяйств-поставщиков убойных животных. По данным мясоперерабатывающих предприятий стоимость такой продукции в среднем на 32% ниже, чем полученной от здоровых животных.

При выявлении ряда инфекционных болезней животных, в том числе при генерализации инфекционного процесса, туши (тощие) и паренхиматозные органы (субпродукты) направляют на техническую утилизацию с выработкой сухих животных кормов, в частности мясокостной муки, что также причиняет дополнительный экономический ущерб хозяйствам-поставщикам убойных животных. По данным мясоперерабатывающих предприятий средний выход мясокостной муки из утилизированного мяса и внутренних органов составляет 36% при средневзвешенной ее стоимости (в ценах 2018 г.) 78 руб. за 1 кг.

При расчете экономического ущерба, при выявлении больных животных при ветеринарно-санитарной экспертизе мяса использовали положения научно-технической документации [1, с.1; 2, с.212; 3, с.1; 4, с.1].

Экономический ущерб вследствие обезвреживания мяса ($У_0$) определяли по формуле:

$$У_0 = Н_0 \cdot 0,68 \cdot Ц,$$

где $Н_0$ – масса обезвреженной продукции, т;
0,68 – коэффициент снижения стоимости мяса после переработки;

$Ц$ – стоимость единицы массы мяса (по видам животных).

Экономический ущерб вследствие утилизации мяса ($У_у$) и субпродуктов (легкие, печень, почки, сердце, вымя, кишечник) рассчитывали по формуле:

$$У_у = Н_у \cdot Ц - С_м,$$

где $Н_у$ – масса утилизированной продукции;
 $С_м$ – стоимость мясокостной муки, полученной из утилизированного мяса.

Экономический ущерб вследствие уничтожения мяса и субпродуктов (сжигание) определяли произведением его количества на единицу стоимости.

Расчеты показали, что в результате ветеринарно-санитарной экспертизы, проведенной специалистами государственной ветеринарной службы Иркутской области за 10 лет на убойных пунктах и в хозяйствах, экономический ущерб при выявлении различных болезней и патологических процессов по всем видам животных выразился в сумме 30,8 млн руб. (табл. 2). При этом наибольший ущерб обусловлен обезвреживанием мяса, составившим свыше 20 млн руб., или 68% от общей суммы ущерба. Значительны также экономические потери вследствие утилизации мяса. По видам животных самый высокий ущерб установлен при ветеринарно-санитарной экспертизе продуктов убоя крупного рогатого скота, составивший 28,8 млн. руб.

Таблица 2

Экономический ущерб, причиняемый болезнями животных, выявленными при ветеринарно-санитарной экспертизе мяса в Иркутской области (2008-2017 гг.)

Вид ущерба	Сумма экономического ущерба, тыс. руб.					
	КРС	Свиньи	Овцы	Лошади	Куры	Всего
Убойные пункты, хозяйства						
Обезвреживание мяса	19216,8	443,7	–	382,5	–	20043,0
Утилизация мяса	9292,5	1214,9	–	–	–	10507,4
Уничтожение субпродуктов	270,0	–	–	–	–	270,0
Итого	28779,3	1658,6	–	382,5	–	30820,4
Мясокомбинаты, птицекомбинаты						
Обезвреживание мяса	5125,	6272,0	–	1652,4	367,2	13416,6
Утилизация мяса	2294,9	29159,9	–	–	108559,9	140014,7
Уничтожение субпродуктов	38947,5	222457,4	–	89,9	319207,4	580702,2
Итого	46367,9	257890,3	–	1742,3	428134,5	734135,0
Рынки						
Обезвреживание мяса	5715,0	3195,0	292,5	–	–	9202,5
Утилизация мяса	405,0	540,0	22,5	–	–	967,5
Уничтожение субпродуктов	4072,5	3510,0	90,0	–	–	7672,5
Итого	10192,5	7245,0	405,0	–	–	17842,5
Всего						

В целом за анализируемый период (2008-2017 гг.) общий экономический ущерб вследствие обезвреживания, утилизации и уничтожения мясной

продукции от больных сельскохозяйственных животных всех видов, выявленных при ветеринарно-

санитарном осмотре, выразился в сумме 782,3 млн. руб.

Выводы. Ветеринарно-санитарный контроль продуктов убоя сельскохозяйственных животных, проводимый специалистами государственной ветеринарной службы позволяет выявить болезни и патологические процессы, не установленные при жизни животных.

Суммарный экономический ущерб вследствие обезвреживания, утилизации и уничтожения мяса и субпродуктов от больных животных, выявленных при ветеринарно-санитарной экспертизе на убойных пунктах, мясоперерабатывающих предприятиях и рынках Иркутской области за последние 10 лет составил 782,3 млн руб. Однако, несмотря на значительные экономические потери, ветеринарно-санитарный контроль органов и туш убойных животных позволил предотвратить выпуск недоброкачественной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий (утв. Департаментом ветеринарии МСХ РФ 21.02.1997).
2. Никитин И.Н. Организация и экономика ветеринарного дела. – СПб: Лань, 2006, 2013. – 536с.
3. О ценовой ситуации на агропродовольственном рынке Иркутской области: мониторинг цен 2018. Средневзвешенные цены. – Иркутск, 2018.
4. Инструкция о порядке браковки, направления на техническую утилизацию и уничтожение непригодных в пищу мяса и мясных продуктов (Утв. Главным государственным ветеринарным инспектором Российской Федерации В.М. Авиловым, 10.08.1996., № 13-7-2/681).

№35/2019

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.1

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
 - Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
 - Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
 - Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
 - Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
 - Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
 - Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
 - Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
 - Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
 - Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
 - Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
 - Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
 - Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
 - Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
 - Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
 - Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
 - Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
 - Chan Jiang (Peking University, China)
- and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>