



Issue №11
Part 2





International periodic scientific journal

ONLINE

www.modscires.pro

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 86.17)

MODERN Scientific Researches

Issue №11
Part 2
March 2020



With the support of:

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)
Institute of Sea Economy and Entrepreneurship
Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)
Ukrainian National Academy of Railway Transport
State Research and Development Institute of the Merchant Marine of Ukraine (UkrNIIMF)
Lugansk State Medical University
Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education
Alecu Russo State University of Bălți
GUUPO "Belarusian-Russian University"
Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences
Odessa Research Institute of Communications

Published by:
Yolnat PE, Minsk, Belarus

UDC 08
LBC 94

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *candidate of technical sciences*

Editorial board: More than 160 doctors of science. Full list on pages 3-4

The International Scientific Periodical Journal "*Modern Scientific Researches*" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30889/2523-4692.2020-11-02

Published by:
Yolnat PE,
Minsk, Belarus
e-mail: editor@modscires.pro

The publisher is not responsible for the validity of the information or for any outcomes resulting from reliance thereon.

Copyright
© Authors, 2020



Редакционный Совет

Аверченков Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, Брянский государственный технический университет, Россия
 Ангелова Поля Георгиева, доктор экономических наук, профессор, Хозяйственная академия им. Д. А. Ценова, Свиштов, Болгария, Болгария
 Анимца Евгений Георгиевич, доктор географических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет, Россия
 Антонов Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Украина
 Антрашева Надежда Михайловна, доктор химических наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
 Ахмадиев Габдулахат Маликович, доктор ветеринарных наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия
 Бажева Римма Чамаловна, доктор химических наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М.Бербекова, Россия
 Батыргареева Владислава Станиславовна, доктор юридических наук, Научно-исследовательский институт изучения проблем преступности имени академика В.В. Сталина НАПрН Украины, Украина
 Безденежных Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия
 Блатов Игорь Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Россия
 Бурда Алексей Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, Россия
 Бухарина Ирина Леонидовна, доктор биологических наук, профессор, Удмуртский государственный университет, Россия
 Бушуева Инна Владимировна, доктор фармацевтических наук, профессор, Запорожский государственный медицинский университет, Украина
 Быков Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор, Московский государственный университет путей сообщения, Россия
 Величко Степан Петрович, доктор педагогических наук, профессор, Кировоградский государственный педагогический университет им. Владимира Винниченко, Украина
 Визир Бадим Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, Запорожский государственный медицинский университет, Украина
 Вожегова Раиса Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт орошаемого земледелия Национальной академии аграрных наук Украины, Украина
 Волгирева Галина Павловна, кандидат исторических наук, доцент, Пермский государственный университет, Россия
 Волох Дмитрий Степанович, доктор фармацевтических наук, профессор, Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, Украина
 Ворожбитова Александра Анатольевна, доктор филологических наук, профессор, Сочинский государственный университет, Россия
 Гавриленко Наталья Николаевна, доктор педагогических наук, доцент, Российский университет дружбы народов, Россия
 Георгиевский Геннадий Викторович, доктор фармацевтических наук, старший науч. сотрудник, ГП «Украинский научный фармакопейный центр качества лекарственных средств», Украина
 Гетьман Анатолий Павлович, доктор юридических наук, профессор, Национальный юридический университету имени Ярослава Мудрого, Украина
 Гилев Геннадий Андреевич, доктор педагогических наук, профессор, Московский государственный индустриальный университет, Россия
 Гончарук Сергей Миронович, доктор технических наук, профессор, Россия
 Грановская Людмила Николаевна, доктор экономических наук, профессор, Херсонский государственный аграрный университете, Украина
 Гребнева Надежда Николаевна, доктор биологических наук, профессор, Россия
 Гризодуб Александр Иванович, доктор химических наук, профессор, ГП «Украинский научный центр качества лекарственных средств», Украина
 Гриценко Светлана Анатольевна, доктор биологических наук, доцент, Уральская государственная академия ветеринарной медицины, Россия
 Гудзенко Александр Павлович, доктор фармацевтических наук, профессор, Луганский государственный медицинский университет, Украина
 Демидова В.Г., кандидат педагогических наук, доцент, Украина
 Денисов Сергей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Россия
 Дорофеев Андрей Викторович, доктор педагогических наук, доцент, Башкирский государственный университет, Россия
 Дорохина Елена Юрьевна, доктор экономических наук, доцент, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Россия
 Ермагамбет Болат Толеуханович, доктор химических наук, профессор, Директор Института химии угля и технологий ТОО, Казахстан
 Жовтоног Ольга Игоревна, доктор сельскохозяйственных наук, Институт водных проблем и мелиорации НААН, Украина
 Захаров Олег Владимирович, доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный технический университет, Россия
 "Зубков Руслан Сергеевич, доктор экономических наук, доцент, Николаевский межрегиональный институт развития человека высшего учебного заведения «Университет» Украин », Украина"
 Иржи Хлахла, доктор геолого-минералогических наук, профессор, FLKR - Университет Т.Бати, Злин, Чехия

Калайда Владимир Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, Томский государственный университет, Россия
 Каленик Татьяна Кузьминична, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет, Россия
 Кантарович Ю.Л., кандидат искусствоведения, Одесская национальная музыкальная академия, Украина
 Капитанов Василий Павлович, доктор технических наук, профессор, Кабардинский Владимир Иванович, доктор юридических наук, профессор, директор науч.-ис. Центра укр. конституционализма, Украина
 Кириллова Елена Викторовна, доктор технических наук, доцент, Одесский национальный морской университет, Украина
 Кириченко Александр Анатольевич, доктор юридических наук, профессор, Украина
 Климова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, Россия
 Князева Ольга Александровна, доктор биологических наук, доцент, Башкирский государственный медицинский университет, Россия
 Коваленко Елена Михайловна, доктор философских наук, профессор, Южный федеральный университет, Россия
 Коваленко Петр Иванович, доктор технических наук, профессор, Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины, Украина
 Кокебаева Гульжаухар Какеновна, доктор исторических наук, профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан
 Кохратов Дмитрий Вячеславович, доктор физико-математических наук, доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Россия
 Копей Богдан Владимирович, доктор технических наук, профессор, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина
 Косенко Надежда Федоровна, доктор технических наук, доцент, Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия
 Костенко Василий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украина
 Котляров Владимир Владиславович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, КубГАУ, Россия
 Кочинев Юрий Юрьевич, доктор экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Россия
 Кравчук Анна Викторовна, доктор экономических наук, профессор, Академия Государственной пенитенциарной службы, Украина
 Круглов Валерий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Московский государственный университет путей сообщения, Россия
 Кудерин Марат Крыкбаевич, доктор технических наук, профессор, ПГУ им. С. Торайгырова, Казахстан
 Курмаев Петр Юрьевич, доктор экономических наук, профессор, Уманский государственный педагогический университет им. Павла Тычины, Украина
 Кухар Елена Владимировна, доктор биологических наук, доцент, Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Казахстан
 Лапкина Инна Александровна, доктор экономических наук, профессор, Одесский национальный морской университет, Украина
 Латыгина Наталья Анатольевна, доктор политологических наук, профессор, Киевский национальный торгово-экономический университет, Украина
 Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, Россия
 Лебедева Лариса Александровна, кандидат психологических наук, доцент, Мордовский государственный университет, Россия
 Липич Тамара Ивановна, доктор философских наук, доцент, Белгородский государственный университет, Россия
 Ломотко Денис Викторович, доктор технических наук, профессор, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина
 Лыткина Лариса Владимировна, доктор филологических наук, доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Россия
 Лялькина Галина Борисовна, доктор физико-математических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия
 Майданюк Ирина Зиновьевна, доктор философских наук, доцент, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
 Макарова Ирина Викторовна, доктор технических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия
 Максим Виктор Иванович, доктор химических наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
 Малахов А.В., доктор физико-математических наук, профессор, Украина
 Мальцева Анна Васильевна, доктор социологических наук, доцент, Алтайский государственный университет, Россия
 Мельник Алёна Алексеевна, доктор экономических наук, доцент, Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина
 Милева Лариса Григорьевна, доктор экономических наук, профессор, Бийский технологический институт (филиал) «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», заведующий кафедрой экономики предпринимательства, Россия



- Мишенина Татьяна Михайловна, доктор педагогических наук, профессор, Криворожский государственный педагогический университет, Украина
- Могилевская И.М., кандидат педагогических наук, профессор, Украина
- Моисейкина Людмила Гучаевна, доктор биологических наук, профессор, Калмыцкий государственный университет, Россия
- Морозов Алексей Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Херсонский государственный аграрный университет, Украина
- Морозова Татьяна Юрьевна, доктор технических наук, профессор, Московский государственный университет приборостроения и информатики, Россия
- Нефедьева Елена Эдуардовна, доктор биологических наук, доцент, Волгоградский государственный технический университет, Россия
- Николаева Алла Дмитриевна, доктор педагогических наук, профессор, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Россия
- Орлов Николай Михайлович, доктор наук государственного управления, доцент, Академия внутренних войск МВД Украины, кафедра оперативного применения ВВ, Украина
- Отепова Гульфира Елубаевна, доктор исторических наук, профессор, Павлодарский государственный педагогический институт, Казахстан
- Павленко Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Украина
- Парунакян Ваагн Эмильевич, доктор технических наук, профессор, Приазовский государственный технический университет, Украина
- Патыка Николай Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Национальный научный центр "Институт земледелия НААН", Украина
- Пахомова Елена Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, Международный университет природы, общества, и человека "Дубна", Россия
- Пачурин Герман Васильевич, доктор технических наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Россия
- Першин Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет, Россия
- Пиганов Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, Россия
- Поляков Андрей Павлович, доктор технических наук, профессор, Винницкий национальный технический университет, Украина
- Попов Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный технический университет, Россия
- Попова Таисия Георгиевна, доктор филологических наук, профессор, Российский университет дружбы народов, Россия
- Растрюгина Алла Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, Кировоградский государственный педагогический университет имени Владимира Винниченко, Шевченко, I, г. Кропивницкий, Украина
- Резбов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Россия
- Резников Андрей Валентинович, доктор экономических наук, доцент, Московский государственный технологический университет "Станкин", Россия
- Рокочинский Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина
- Ромашенко Михаил Иванович, доктор технических наук, профессор, Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины, Украина
- Рылов Сергей Иванович, кандидат экономических наук, профессор, Одесский национальный морской университет, Украина
- Савельева Нелли Александровна, доктор экономических наук, профессор, Сочи́нский государственный университет, Россия
- Сафаров Артур Махмудович, доктор филологических наук, старший преподаватель, Россия
- Светлов Виктор Александрович, доктор философских наук, профессор, Петербургский государственный университет путей сообщения, Россия
- Семенцов Георгий Никифорович, доктор технических наук, профессор, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина
- Сентябров Николай Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Волгоградская государственная академия физической культуры, Россия
- Сидорович Марина Михайловна, доктор педагогических наук, профессор, Херсонский государственный университет, Украина
- Сирота Наум Михайлович, доктор политологических наук, профессор, Государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия
- Смирнов Евгений Иванович, доктор педагогических наук, профессор, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Россия
- Усоколова Надежда Геннадьевна, доктор экономических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет, Россия
- Стародубцев Владимир Михайлович, доктор биологических наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
- Стегний Василий Николаевич, доктор социологических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия
- Степенко Валерий Ефремович, доктор юридических наук, доцент, Тихоокеанский государственный университет, Россия
- Стовец Александр Васильевич, доктор философских наук, доцент, Одесский национальный морской университет, Украина
- Стовец Василий Григорьевич, кандидат филологических наук, доцент, Одесский национальный морской университет, Украина
- Стрельцова Елена Дмитриевна, доктор экономических наук, доцент, Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), Россия
- Сухенко Юрий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
- Сухова Мария Геннадьевна, доктор географических наук, доцент, Горно-Алтайский государственный университет, Россия
- Тарарико Юрий Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украина
- Тарасенко Лариса Викторовна, доктор социологических наук, профессор, Южный федеральный университет, Россия
- Тестов Борис Викторович, доктор биологических наук, профессор, Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г.Тобольск, Россия
- Токарева Наталья Геннадьевна, кандидат медицинских наук, доцент, Медицинский институт ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарева, Россия
- Толбатов Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Сумский национальный аграрный университет, Украина
- Тонков Евгений Евгеньевич, доктор юридических наук, профессор, Юридический институт Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет», Россия
- Тригуб Петр Никитович, доктор исторических наук, профессор, Украина
- Тунгубаева Зина Байбагусовна, доктор биологических наук, Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, Казахстан
- Устенко Сергей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, Николаевский государственный университет им.В.О.Сухомлинского, Украина
- Фатеева Надежда Михайловна, доктор биологических наук, профессор, Томский государственный университет, Россия
- Фатыхова Алевтина Леонтьевна, доктор педагогических наук, доцент, Башкирский государственный Университет (Стерлитамакский филиал), Россия
- Федоришин Дмитрий Дмитриевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина
- Федотова Галина Александровна, доктор педагогических наук, профессор, Новгородский государственный университет, Россия
- Федянина Людмила Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет, Россия
- Хабибуллин Рифат Габдулкаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия
- Ходакова Нина Павловна, доктор педагогических наук, доцент, Московский городской педагогический университет, Россия
- Хребина Светлана Владимировна, доктор психологических наук, профессор, Пятигорский государственный лингвистический университет, Россия
- Червоний Иван Федорович, доктор технических наук, профессор, Запорожская государственная инженерная академия, Украина
- Чигиринская Наталья Вячеславовна, доктор педагогических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, Россия
- Чуреква Татьяна Михайловна, доктор педагогических наук, профессор, Россия
- Шайко-Шайковский Александр Геннадьевич, доктор технических наук, профессор, Черновицкий национальный университет им. Ю. Фельдвича, Украина
- Шаповалов Валентин Валерьевич, доктор фармацевтических наук, профессор, Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина
- Шаповалов Валерий Владимирович, доктор фармацевтических наук, профессор, Харьковская областная государственная администрация, Украина
- Шаповалова Виктория Алексеевна, доктор фармацевтических наук, профессор, Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина
- Шарагов Василий Андреевич, доктор химических наук, доцент, Бельцкий государственный университет "Алеку Руссо", Молдова
- Шевченко Лариса Васильевна, доктор ветеринарных наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
- Шепитько Валерий Юрьевич, доктор юридических наук, профессор, Национальный юридический университету имени Ярослава Мудрого, Украина
- Шибяев Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор, Одесский национальный морской университет, Украина
- Шипка Роман Богданович, доктор юридических наук, профессор, Национальный авиационный университет, Украина
- Шербань Игорь Васильевич, доктор технических наук, доцент, Россия
- Элезович М. Далибор, доктор исторических наук, доцент, Приштинский университет, К. Митровица, Сербия
- Яровенко Василий Васильевич, доктор юридических наук, профессор, Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, Россия
- Яценко Александр Владимирович, профессор, Институт морехозяйства и предпринимательства, Украина



Редакційна Рада

Аверченко Володимир Іванович, доктор технічних наук, професор, Брянський державний технічний університет, Росія
 Ангелова Поля Георгієвна, доктор економічних наук, професор, Господарська академія ім. Д. А. Ценова, Свиштов, Болгарія, Болгарія
 Анімца Євген Георгійович, доктор географічних наук, професор, Уральський державний економічний університет, Росія
 Антонов Валерій Миколайович, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Україна
 Антрапцева Надія Михайлівна, доктор хімічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
 Ахмаді Габдулахат Маликович, доктор ветеринарних наук, професор, Казанський (Приволзький) федеральний університет, Росія
 Бажев Риму Чамаловна, доктор хімічних наук, професор, Кабардино-Балкарський державний університет імені Х.М.Бербекова, Росія
 Батиргарєва Владислава Станіславівна, доктор юридичних наук, Науково-дослідний інститут вивчення проблем злочинності імені академіка В.В. Стасиша НАПрН України, Україна
 Безгрозових Тетяна Іванівна, доктор економічних наук, професор, Санкт-Петербурзький державний економічний університет, Росія
 Блатов Ігор Анатолійович, доктор фізико-математичних наук, професор, Поволзький державний університет телекомунікацій та інформатики, Росія
 Бурда Олексій Григорович, доктор економічних наук, професор, Кубанський державний аграрний університет, Росія
 Бухаріна Ірина Леонідівна, доктор біологічних наук, професор, Удмуртська державний університет, Росія
 Бушуєва Інна Володимирівна, доктор фармацевтичних наук, професор, Запорізький державний медичний університет, Україна
 Биков Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, Московський державний університет шляхів сполучення, Росія
 Величко Степан Петрович, доктор педагогічних наук, професор, Кіровоградський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка, Україна
 Візір Вадим Анатолійович, доктор медичних наук, професор, Запорізький державний медичний університет, Україна
 Вожегова Раїса Анатоліївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, Україна
 Волгрієва Галина Павлівна, кандидат історичних наук, доцент, Пермський державний університет, Росія
 Волох Дмитро Степанович, доктор фармацевтичних наук, професор, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна
 Ворожбітова Олександра Анатоліївна, доктор філологічних наук, професор, Сочинський державний університет, Росія
 Гавриленко Наталія Миколаївна, доктор педагогічних наук, доцент, Російський університет дружби народів, Росія
 Георгієвський Геннадій Вікторович, доктор фармацевтичних наук, старший науч.сотрудник, ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», Україна
 Гетьман Анатолій Павлович, доктор юридичних наук, професор, Національний юридичний університету імені Ярослава Мудрого, Україна
 Гилев Геннадій Андрійович, доктор педагогічних наук, професор, Московський державний індустріальний університет, Росія
 Гончарук Сергій Мирович, доктор технічних наук, професор, Росія
 Грановська Людмила Миколаївна, доктор економічних наук, професор, Херсонський державний аграрний університет, Україна
 Гребньова Надія Миколаївна, доктор біологічних наук, професор, Росія
 Гризодуб Олександр Іванович, доктор хімічних наук, професор, ДП «Український науковий центр якості лікарських засобів», Україна
 Грищенко Світлана Анатоліївна, доктор біологічних наук, доцент, Уральська державна академія ветеринарної медицини, Росія
 Гудзенко Олександр Павлович, доктор фармацевтичних наук, професор, Луганський державний медичний університет, Україна
 Демидова В.Г., кандидат педагогічних наук, доцент, Україна
 Денисов Сергій Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Росія
 Дорофєєв Андрій Вікторович, доктор педагогічних наук, доцент, Башкирська державний університет, Росія
 Дорохіна Олена Юріївна, доктор економічних наук, доцент, Російський економічний університет імені Г.В. Плеханова, Росія
 Ермагамбет Болат Толеуханович, доктор хімічних наук, професор, Директор Інституту хімії вугілля і технологій ТОО, Казахстан
 Жовтоног Ольга Ігорівна, доктор сільськогосподарських наук, Інститут водних проблем і меліорації НААН, Україна
 Захаров Олег Володимирович, доктор технічних наук, професор, Саратовський державний технічний університет, Росія
 Зубков Руслан Сергійович, доктор економічних наук, доцент, Миколаївський міжрегіональний інститут розвитку человекавистего навчального закладу «Університет» України», Україна
 Іржі Хлакула, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, FLKR - Університет Т.Баті, Злін, Чехія
 Калайда Володимир Тимофійович, доктор технічних наук, професор, Томський державний університет, Росія
 Каленик Тетяна Кузьмівна, доктор біологічних наук, професор, Далекосхідний федеральний університет, Росія
 Кантаровіч Ю.Л., кандидат мистецтвознавства, Одеська національна музична академія, Україна
 Капітанів Василь Павлович, доктор технічних наук, професор, Одеський національний морський університет, Україна
 Карпова Наталія Костянтинівна, доктор педагогічних наук, професор, Південний федеральний університет, Росія

Кафарський Володимир Іванович, доктор юридичних наук, професор, директор науч.-іс. центру укр. конституціоналізму, Україна
 Кирилова Олена Вікторівна, доктор технічних наук, доцент, Одеський національний морський університет, Україна
 Кириченко Олександр Анатолійович, доктор юридичних наук, професор, Україна
 Климова Наталія Володимирівна, доктор економічних наук, професор, Кубанський державний аграрний університет, Росія
 Князева Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, доцент, Башкирська державний медичний університет, Росія
 Коваленко Олена Михайлівна, доктор філософських наук, професор, Південний федеральний університет, Росія
 Коваленко Петро Іванович, доктор технічних наук, професор, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України, Україна
 Кокебаєва Гульжаухар Какеновна, доктор історичних наук, професор, Казахський національний університет імені аль-Фарабі, Казахстан
 Кондратов Дмитро В'ячеславович, доктор фізико-математичних наук, доцент, Російська академія народного господарства та державної служби при Президенті Російської Федерації, Росія
 Копалень Богдан Володимирович, доктор технічних наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна
 Косенко Надія Федорівна, доктор технічних наук, доцент, Іванівський державний хіміко-технологічний університет, Росія
 Костенко Василь Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Україна
 Котлярів Володимир Владиславович, доктор сільськогосподарських наук, професор, КубГАУ, Росія
 Кочине Юрій Юрійович, доктор економічних наук, доцент, Санкт-Петербурзький державний політехнічний університет, Росія
 Кравчук Ганна Вікторівна, доктор економічних наук, професор, Академія Державної пенітенціарної служби, Україна
 Круглов Валерій Михайлович, доктор технічних наук, професор, Московський державний університет шляхів сполучення, Росія
 Кудерін Марат Крикбаєвич, доктор технічних наук, професор, ПГУ ім. С. Торайгирова, Казахстан
 Курман Петро Юрійович, доктор економічних наук, професор, Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини, Україна
 Кухар Олена Володимирівна, доктор біологічних наук, доцент, Казахський агротехнічний університет ім. С. Сейфулліна, Казахстан
 Лапкина Інна Олександрівна, доктор економічних наук, професор, Одеський національний морський університет, Україна
 Латигіна Наталія Анатоліївна, доктор політологічних наук, професор, Київський національний торговельно-економічний університет, Україна
 Лебедев Анатолій Тимофійович, доктор технічних наук, професор, Ставропольський державний аграрний університет, Росія
 Лебедева Лариса Олександрівна, кандидат психологічних наук, доцент, Мордовський державний університет, Росія
 Липич Тамара Іванівна, доктор філософських наук, доцент, Белгородський державний університет, Росія
 Ломотко Денис Вікторович, доктор технічних наук, професор, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна
 Литкіна Лариса Володимирівна, доктор філологічних наук, доцент, Російська академія народного господарства та державної служби при Президенті Російської Федерації, Росія
 Лялькіна Галина Борисівна, доктор фізико-математичних наук, професор, Пермський державний технічний університет, Росія
 Майданюк Ірина Зіновівна, доктор філософських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
 Макарова Ірина Вікторівна, доктор технічних наук, професор, Казанський (Приволзький) федеральний університет, Росія
 Максим Віктор Іванович, доктор хімічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
 Малахов А.В., доктор фізико-математичних наук, професор, Україна
 Мальцева Анна Василівна, доктор соціологічних наук, доцент, Алтайський державний університет, Росія
 Мельник Олена Олексіївна, доктор економічних наук, доцент, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
 Міляєва Лариса Григорівна, доктор економічних наук, професор, Бійський технологічний інститут (філія) «Алтайський державний технічний університет ім. І.І. Ползунова», завідувач кафедри економіки підприємництва, Росія
 Мішеніна Тетяна Михайлівна, доктор педагогічних наук, професор, Криворізький державний педагогічний університет, Україна
 Могишевська І.М., кандидат педагогічних наук, професор, Україна
 Моисейкін Людмила Гучаєвна, доктор біологічних наук, професор, Коломацький державний університет, Росія
 Морозов Олексій Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Херсонка державний аграрний університет, Україна
 Морозова Тетяна Юріївна, доктор технічних наук, професор, Московський державний університет приладобудування і інформатики, Росія
 Нефедьєва Олена Едуардівна, доктор біологічних наук, доцент, Волгоградський державний технічний університет, Росія
 Миколаєва Алла Дмитрівна, доктор педагогічних наук, професор, Північно-Східний федеральний університет імені М.К. Аммосова, Росія
 Орлов Микола Михайлович, доктор наук з державного управління, доцент, Академія внутрішніх військ МВС України, кафедра оперативного примінення ВВ, Україна
 Остєпова Гульфіра Елубаєвна, доктор історичних наук, професор, Павлодарський державний педагогічний інститут, Казахстан



Павленко Анатолій Михайлович, доктор технічних наук, професор, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Україна

Парунакян Ваагн Еміль, доктор технічних наук, професор, Приазовський державний технічний університет, Україна

Патика Микола Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний науковий центр "Інститут землеробства НААН", Україна

Пахомова Олена Анатоліївна, доктор економічних наук, доцент, Міжнародний університет природи, суспільства, і людини "Дубна", Росія

Пачурін Герман Васильович, доктор технічних наук, професор, Нижегородський державний технічний університет ім. Р.С. Алексєєва, Росія

Першин Володимир Федорович, доктор технічних наук, професор, Тамбовський державний технічний університет, Росія

Піганов Михайло Миколайович, доктор технічних наук, професор, Самарський державний аерокосмічний університет імені академіка С.П. Королева, Росія

Поляков Андрій Павлович, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, Україна

Попов Віктор Сергійович, доктор технічних наук, професор, Саратовський державний технічний університет, Росія

Попова Таїсія Георгіївна, доктор філологічних наук, професор, Російський університет дружби народів, Росія

Растригіна Алла Миколаївна, доктор педагогічних наук, професор, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Шевченко, І, м Кропивницький, Україна

Ребезо Максим Борисович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Росія

Резніков Андрій Валентинович, доктор економічних наук, доцент, Московський державний технологічний університет "Станкін", Росія

Рокочинський Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

Ромашенко Михайло Іванович, доктор технічних наук, професор, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України, Україна

Рилов Сергій Іванович, кандидат економічних наук, професор, Одеський національний морський університет, Україна

Савельєва Неллі Олександрівна, доктор економічних наук, професор, Сочинський державний університет, Росія

Сафаров Артур Махмудович, доктор філологічних наук, старший викладач, Росія

Светлов Віктор Олександрович, доктор філософських наук, професор, Петербурзький державний університет шляхів сполучення, Росія

Семенцов Георгій Никифорович, доктор технічних наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Вересень Микола Миколайович, доктор біологічних наук, професор, Волгоградська державна академія фізичної культури, Росія

Сидорович Марина Михайлівна, доктор педагогічних наук, професор, Херсонський державний університет, Україна

Сирота Наум Михайлович, доктор політологічних наук, професор, Державний університет аерокосмічного приладобудування, Росія

Смирнов Євген Іванович, доктор педагогічних наук, професор, Ярославський державний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського, Росія

Соколова Надія Геннадіївна, доктор економічних наук, доцент, Іжевський державний технічний університет, Росія

Стародубцев Володимир Михайлович, доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Стегній Василь Миколайович, доктор соціологічних наук, професор, Пермський державний технічний університет, Росія

Степенко Валерій Сфремович, доктор юридичних наук, доцент, Тихоокеанський державний університет, Росія

Стовпєц Олександр Васильович, доктор філософських наук, доцент, Одеський національний морський університет, Україна

Стовпєц Василь Григорович, кандидат філологічних наук, доцент, Одеський національний морський університет, Україна

Стрельцова Олена Дмитрівна, доктор економічних наук, доцент, Південно-Російський державний технічний університет (НПП), Росія

Сухенко Юрій Григорович, доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Сухова Марія Геннадіївна, доктор географічних наук, доцент, Гірничо-Алтайський державний університет, Росія

Тараріко Юрій Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Україна

Тарасенко Лариса Вікторівна, доктор соціологічних наук, професор, Південний федеральний університет, Росія

Тестів Борис Вікторович, доктор біологічних наук, професор, Тобольська комплексна наукова станція УрО РАН, г.Тобольська, Росія

Токарева Наталія Геннадіївна, кандидат медичних наук, доцент, Медичний інститут ФГБОУ ВО "МДУ ім. Н.П. Огарьова, Росія

Толбатов Андрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Сумський національний аграрний університет, Україна

Тонков Євген Євгенович, доктор юридичних наук, професор, Юридичний інститут Національного дослідницького університету «Білгородський державний університет», Росія

Тригуб Петро Микитович, доктор історичних наук, професор, Україна

Тунгушбаєва Зіна Байбагуєвна, доктор біологічних наук, Казахський Національний Педагогічний Університет імені Абая, Казахстан

Устенко Сергій Анатолійович, доктор технічних наук, доцент, Миколаївський державний університет ім.В.О.СУХОМЛИНСЬКОГО, Україна

Фатєєва Надія Михайлівна, доктор біологічних наук, професор, Тюменський державний університет, Росія

Фатихова Алевтина Леонтіївна, доктор педагогічних наук, доцент, Башкирська державний Університет (Стерлітамакський філія), Росія

Федоришин Дмитро Дмитрович, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Федотова Галина Олександрівна, доктор педагогічних наук, професор, Новгородський державний університет, Росія

Федяніна Людмила Миколаївна, доктор медичних наук, професор, Далекосхідний федеральний університет, Росія

Хабібуллін Рифат Абдулхакович, доктор технічних наук, професор, Казанський (Приволзький) федеральний університет, Росія

Ходакова Ніна Павлівна, доктор педагогічних наук, доцент, Московський міський педагогічний університет, Росія

Хребіна Світлана Володимирівна, доктор психологічних наук, професор, П'ятигорський державний лінгвістичний університет, Росія

Червоний Іван Федорович, доктор технічних наук, професор, Запорізька державна інженерна академія, Україна

Чигиринська Наталія Вячеславівна, доктор педагогічних наук, професор, Волгоградський державний технічний університет, Росія

Чурєкова Тетяна Михайлівна, доктор педагогічних наук, професор, Росія

Шайко-Шайковський Олександр Геннадійович, доктор технічних наук, професор, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна

Шаповалов Валентин Валерійович, доктор фармацевтичних наук, професор, Харківська медична академія післядипломної освіти, Україна

Шаповалов Валерій Володимирович, доктор фармацевтичних наук, професор, Харківська обласна державна адміністрація, Україна

Шаповалова Вікторія Олексіївна, доктор фармацевтичних наук, професор, Харківська медична академія післядипломної освіти, Україна

Шарага Василь Андрійович, доктор хімічних наук, доцент, Бельський державний університет "Аліку Руссо", Молдова

Шевченко Лариса Василівна, доктор ветеринарних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Шепітько Валерій Юрійович, доктор юридичних наук, професор, Національний юридичний університету імені Ярослава Мудрого, Україна

Шибєв Олександр Григорович, доктор технічних наук, професор, Одеський національний морський університет, Україна

Шишка Роман Богданович, доктор юридичних наук, професор, Національний авіаційний університет, Україна

Щербань Ігор Васильович, доктор технічних наук, доцент, Росія

Елєзовіч М. Далібор, доктор історичних наук, доцент, Приштинський університет, К. Мітровіца, Сербія

Яровенко Василь Васильович, доктор юридичних наук, професор, Морський державний університет імені адмірала Г.І. Невельського, Росія

Яценко Олександр Володимирович, професор, Інститут морегосподарства і підприємництва, Україна



Editorial board

- Averchenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Technical University, Russia
- Angelova Polya Georgieva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Economic Academy, D. A. Tsenova, Svishtov, Bulgaria, Bulgaria
- Animica Evgenij Georgievich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ural State University of Economics, Russia
- Antonov Valerij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", Ukraine
- Antrapceva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Ahmadiev Gabbulhat Malikovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Russia
- Batyrgareeva Vladislava Stanislavovna, Doctor of Law, Research Institute for the Study of Crime Problems named after academician V.V. Stashisa NAPRN of Ukraine, Ukraine
- Bezdenzhnyh Tatyana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, St. Petersburg State University of Economics, Russia
- Blatov Igor Anatolevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
- Burda Aleksey Grigorevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Buharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University, Russia
- Bushueva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Velichko Stepan Petrovich, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, Ukraine
- Vizir Vadim Anatolevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Vozhegova Raisa Anatolevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Volgireva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Perm State University, Russia
- Voloh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, A.A. National Medical University Pilgrim, Ukraine
- Vorozhbitova Aleksandra Anatolevna, Doctor of Philology, Professor, Sochi State University, Russia
- Gavrilenko Nataliya Nikolaevna, Doctor of Education, assistant professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Georgievskij Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Getman Anatolij Pavlovich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Gilev Gennadiy Andreevich, Doctor of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia
- Goncharuk Sergej Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
- Granovskaya Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Grebneva Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, SE "Ukrainian Scientific Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Gricenko Svetlana Anatolevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Ural State Academy of Veterinary Medicine, Russia
- Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Lugansk State Medical University, Ukraine
- Demidova V.G., candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Ukraine
- Denisov Sergej Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Dorofeev Andrej Viktorovich, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University, Russia
- Dorohina Elena Yurevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, G.V. Russian University of Economics Plekhanova, Russia
- Ermagambet Bolat Toleuhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Technology LLP, Kazakhstan
- Zhovtonog Olga Igorevna, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Ukraine
- Zaharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Zubkov Ruslan Sergeevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Nikolaev Interregional Institute for Human Development of the Higher Educational Institution "University of Ukraine", Ukraine
- Irzhii Hlahula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, FLKR - T. Bati University, Zlin, Czech
- Kalajda Vladimir Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia
- Kalenik Tatyana Kuzminichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Kantarovich Yu.L., Ph.D. in History of Arts, Odessa National Music Academy, Ukraine
- Kapitanov Vasilij Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Karpova Nataliya Konstantinovna, Doctor of Education, Professor, South Federal University, Russia
- Kafarskij Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- Kirilova Elena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Kirichenko Aleksandr Anatolevich, Doctor of Law, Professor, Ukraine
- Klimova Natalya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Knyazeva Olga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Bashkir State Medical University, Russia
- Kovalenko Elena Mihajlovna, doctor of philosophical science, Professor, South Federal University, Russia
- Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Kokebaeva Gulzhauhar Kakenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
- Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Kopej Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia
- Kostenko Vasilij Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Kochinev Yuriy Yurevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, St. Petersburg State Polytechnic University, Russia
- Kravchuk Anna Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academy of the State Prison Service, Ukraine
- Kruglov Valerij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, PSU named after S. Toraigyrova, Kazakhstan
- Kurmaev Petr Yurevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychnya, Ukraine
- Kuhar Elena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakh Agro Technical University S.Seifullina, Kazakhstan
- Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Latygina Natalya Anatolevna, Doctor of Political Science, Professor, Kiev National University of Trade and Economics, Ukraine
- Lebedev Anatolij Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Stavropol State Agrarian University, Russia
- Lebedeva Larisa Aleksandrovna, candidate of psychological sciences, assistant professor, Mordovian State University, Russia
- Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Belgorod State University, Russia
- Lomotko Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine
- Lytkina Larisa Vladimirovna, Doctor of Philology, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Lyalkina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Majdanuyuk Irina Zinovievna, doctor of philosophical science, assistant professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Maksim Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Malahov A.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
- Malceva Anna Vasilevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Altai State University, Russia
- Melnik Alyona Alekseevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Kiev National University of Technology and Design, Ukraine
- Milyaeva Larisa Grigorevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Bysk Technological Institute (branch) "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova", head of the department of business economics, Russia
- Mishenina Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine
- Mogilevskaya I.M., candidate of pedagogical sciences, Professor, Ukraine



- Moisejkina Lyudmila Guchaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kalmyk State University, Russia
- Morozov Aleksej Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Morozova Tatyana Yurevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science, Russia
- Nefedeva Elena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Nikolaeva Alla Dmitrievna, Doctor of Education, Professor, Northeast Federal University named after M.K. Ammosova, Russia
- Orlov Nikolaj Mihajlovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Academy of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Department of Operational Conquest of the BB, Ukraine
- Otepova Gulmira Elubaeвна, Doctor of Historical Sciences, Professor, Pavlodar State Pedagogical Institute, Kazakhstan
- Pavlenko Anatolij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Poltava National Technical University. Yuri Kondratyuk, Ukraine
- Parunakyan Vaagn Emilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Priazov State Technical University, Ukraine
- Patyka Nikolaj Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine
- Pahomova Elena Anatolevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, International University of Nature, Society, and Man "Dubna", Russia
- Pachurin German Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseeva, Russia
- Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Russia
- Piganov Mihail Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Queen, Russia
- Polyakov Andrej Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnitsa National Technical University, Ukraine
- Popov Viktor Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Popova Taisiya Georgievna, Doctor of Philology, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Rastrygina Alla Nikolaevna, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, I Shevchenko, Kropyvnytskyi, Ukraine
- Rebezov Maksim Borisovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Reznikov Andrej Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Moscow State Technological University "Stankin", Russia
- Rokochinskij Anatolij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Water Resources and Environmental Management, Ukraine
- Romashenko Mihail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Rylov Sergej Ivanovich, PhD in Economics, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Saveleva Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Sochi State University, Russia
- Safarov Artur Mahmudovich, Doctor of Philology, Senior Lecturer, Russia
- Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia
- Semencov Georgij Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Sentyabrev Nikolaj Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia
- Sidorovich Marina Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine
- Sirota Naum Mihajlovich, Doctor of Political Science, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia
- Smirnov Evgenij Ivanovich, Doctor of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, Russia
- Sokolova Nadezhda Gennadevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Izhevsk State Technical University, Russia
- Starodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Stegnij Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
- Stovpec Oleksandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Stovpec Vasil Grigorovich, Candidate of Philology, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Strelcova Elena Dmitrievna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, South Russian State Technical University (NPI), Russia
- Suhenko Yurij Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Suhova Mariya Gennadevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Gorno-Altai State University, Russia
- Tarariko Yurij Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Tarasenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, South Federal University, Russia
- Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tobolsk Integrated Scientific Station, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, Russia
- Tokareva Natalya Gennadevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Medical Institute FSBEI HE "Moscow State University named after NP Ogarev, Russia
- Tolbatov Andrej Vladimirovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
- Tonkov Evgenij Evgenevich, Doctor of Law, Professor, Law Institute of the National Research University Belgorod State University, Russia
- Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
- Tungushbaeva Zina Bajbagusovna, Doctor of Biological Sciences, Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Kazakhstan
- Ustenko Sergej Anatolevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Nikolaev State University named after V.O. Sukhomlinsky, Ukraine
- Fateeva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Russia
- Fatyhova Alevtina Leontevna, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University (Sterlitamak branch), Russia
- Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Fedotova Galina Aleksandrovna, Doctor of Education, Professor, Novgorod State University, Russia
- Fedyanina Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Habibullin Rifat Gabdulhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Hodakova Nina Pavlovna, Doctor of Education, assistant professor, Moscow City Pedagogical University, Russia
- Hrebina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Pyatigorsk State Linguistic University, Russia
- Chervonyj Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
- Chigirinskaya Natalya Vyacheslavovna, Doctor of Education, Professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Churekova Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Russia
- Shajko-Shajkovskij Aleksandr Gennadevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chernivtsi National University. Y. Fedkovich, Ukraine
- Shapovalov Valentin Valerevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Shapovalov Valerij Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkiv Regional State Administration, Ukraine
- Shapovalova Viktoriya Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Sharagov Vasilij Andreevich, Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, Balti State University "Alecu Russo", Moldova
- Shevchenko Larisa Vasilevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Shepitko Valerij Yurevich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Shibaev Aleksandr Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Shishka Roman Bogdanovich, Doctor of Law, Professor, National Aviation University, Ukraine
- Sherban Igor Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
- Elezovich M. Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Pristina University. K. Mitrovica, Serbia
- Yarovenko Vasilij Vasilevich, Doctor of Law, Professor, Admiral G.I. Maritine State University Nevelsky, Russia
- Yacenko Aleksandr Vladimirovich, Professor, Institute of Maritime Economics and Entrepreneurship, Scientific Research Design Institute of the Marine Fleet of Ukraine, Ukraine



О журнале О журнале

Международный научный периодический журнал "*Modern Scientific Researches*" получил большое признание среди отечественных и зарубежных интеллектуалов. Сегодня в журнале публикуются авторы из России, Украины, Молдовы, Казахстана, Беларуси, Чехии, Болгарии, Литвы, Польши и других государств.

Учрежден в 2017 году. Периодичность выхода: 4 раза в год.

Основными целями журнала являются:

- содействие обмену знаниями в научном сообществе;
- помощь молодым ученым в информировании научной общественности об их научных достижениях;
- создание основы для инноваций и новых научных подходов, а также открытий в неизвестных областях;
- содействие объединению профессиональных научных сил и формирование нового поколения ученых-специалистов в разных сферах.

Журнал целенаправленно знакомит читателя с оригинальными исследованиями авторов в различных областях науки, лучшими образцами научной публицистики.

Публикации журнала предназначены для широкой читательской аудитории – всех тех, кто любит науку. Материалы, публикуемые в журнале, отражают актуальные проблемы и затрагивают интересы всей общественности.

Каждая статья журнала включает обобщающую информацию на английском языке.

Журнал зарегистрирован в INDEXCOPERNICUS.

Про журнал

Міжнародний науковий періодичний журнал "*Modern Scientific Researches*" отримав велике визнання серед вітчизняних і зарубіжних інтелектуалів. Сьогодні в журналі публікуються автори з Росії, України, Молдови, Казахстану, Білорусі, Чехії, Болгарії, Литви, Польщі та інших держав.

Дата заснування в 2018 році. Періодичність виходу: 4 рази на рік

Основними цілями журналу є:

- сприяння обміну знаннями в науковому співтоваристві;
- допомога молодим вченим в інформуванні наукової громадськості про їх наукові досягнення;
- створення основи для інновацій і нових наукових підходів, а також відкриттів в невідомих областях;
- сприяння об'єднанню фахових наукових сил і формування нового покоління вчених-фахівців в різних сферах.

Журнал цілеспрямовано знайомить читача з оригінальними дослідженнями авторів в різних областях науки, кращими зразками наукової публіцистики.

Публікації журналу призначені для широкої читачької аудиторії - усіх тих, хто любить науку. Матеріали, що публікуються в журналі, відображають актуальні проблеми і зачіпають інтереси всієї громадськості.

Кожна стаття журналу включає узагальнюючу інформацію англійською мовою.

Журнал зареєстрований в INDEXCOPERNICUS.

About the journal

The International Scientific Periodical Journal "*Modern Scientific Researches*" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars. Today, the journal publishes authors from Russia, Ukraine, Moldova, Kazakhstan, Belarus, Czech Republic, Bulgaria, Lithuania, Poland and other countries.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in the INDEXCOPERNICUS.



Требования к статьям

Статьи должны соответствовать тематическому профилю журнала, отвечать международным стандартам научных публикаций и быть оформленными в соответствии с установленными правилами. Они также должны представлять собой изложение результатов оригинального авторского научного исследования, быть вписанными в контекст отечественных и зарубежных исследований по этой тематике, отражать умение автора свободно ориентироваться в существующем библиографическом контексте по затрагиваемым проблемам и адекватно применять общепринятую методологию постановки и решения научных задач.

Все тексты должны быть написаны литературным языком, отредактированы и соответствовать научному стилю речи. Некорректность подбора и недостоверность приводимых авторами фактов, цитат, статистических и социологических данных, имен собственных, географических названий и прочих сведений может стать причиной отклонения присланного материала (в том числе – на этапе регистрации).

Все таблицы и рисунки в статье должны быть пронумерованы, иметь заголовки и ссылки в тексте. Если данные заимствованы из другого источника, на него должна быть дана библиографическая ссылка в виде примечания.

Название статьи, ФИО авторов, учебные заведения (кроме основного языка текста) должны быть представлены и на английском языке.

Статьи должны сопровождаться аннотацией и ключевыми словами на языке основного текста и обязательно на английском языке. Аннотация должна быть выполнена в форме краткого текста, который раскрывает цель и задачи работы, ее структуру и основные полученные выводы. Аннотация представляет собой самостоятельный аналитический текст и должна давать адекватное представление о проведенном исследовании без необходимости обращения к статье. Аннотация на английском (Abstract) должна быть написана грамотным академическим языком.

Приветствуется наличие УДК, ББК, а также (для статей по Экономике) код JEL (<https://www.aeaweb.org/jel/guide/jel.php>)

Принятие материала к рассмотрению не является гарантией его публикации. Зарегистрированные статьи рассматриваются редакцией и при формальном и содержательном соответствии требованиям журнала направляются на экспертное рецензирование, в том числе через открытое обсуждение с помощью веб-ресурса www.sworld.education.

В журнале могут быть размещены только ранее неопубликованные материалы.

Вимоги до статей

Статті повинні відповідати тематичному профілю журналу, відповідати міжнародним стандартам наукових публікацій і бути оформленими відповідно до встановлених правил. Вони також повинні представляти собою виклад результатів оригінального авторського наукового дослідження, бути вписаними в контекст вітчизняних і зарубіжних досліджень з цієї тематики, відображати вміння автора вільно орієнтуватися в існуючому бібліографічному контексті по піднятим проблемам і адекватно застосовувати загальноприйняту методологію постановки і вирішення наукових завдань.

Всі тексти повинні бути написані літературною мовою, відредаговані і відповідати науковому стилю мовлення.

Некоректність підбору і недостоірність наведених авторами фактів, цитат, статистичних та соціологічних даних, власних імен, географічних назв та інших відомостей може стати причиною відхилення надісланого матеріалу (в тому числі - на етапі реєстрації).

Всі таблиці і рисунки в статті повинні бути пронумеровані, мати заголовки і посилання в тексті. Якщо дані запозичені з іншого джерела, на нього повинні бути бібліографічні посилання у вигляді примітки.

Назва статті, ПІБ авторів, навчальні заклади (крім основної мови тексту) повинні бути представлені і на англійській мові.

Статті повинні супроводжуватися анотацією та ключовими словами на мові основного тексту і обов'язково англійською мовою. Анотація повинна бути виконана у формі короткого тексту, який розкриває мету і завдання роботи, її структуру та основні отримані висновки. Анотація представляє собою самостійний аналітичний текст і повинна давати адекватне уявлення про проведене дослідження без необхідності звернення до статті. Анотація англійською (Abstract) повинна бути написана грамотною академічною мовою.

Заохочується наявність УДК, ББК, а також (для статей по Економіці) код JEL (<https://www.aeaweb.org/jel/guide/jel.php>)

Ухвалення матеріалу до розгляду не є гарантією його публікації. Зареєстровані статті розглядаються редакцією і при формальному і змістовному відповідно до вимог журналу направляються на експертне рецензування, в тому числі через відкрите обговорення за допомогою веб-ресурсу www.sworld.education.

У журналі можуть бути розміщені тільки раніше неопубліковані матеріали.

Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource www.sworld.education

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.



Положение об этике публикации научных данных и ее нарушениях

Редакция журнала осознает тот факт, что в академическом сообществе достаточно широко распространены случаи нарушения этики публикации научных исследований. В качестве наиболее заметных и вопиющих можно выделить плагиат, направление в журнал ранее опубликованных материалов, незаконное присвоение результатов чужих научных исследований, а также фальсификацию данных. Мы выступаем против подобных практик.

Редакция убеждена в том, что нарушения авторских прав и моральных норм не только неприемлемы с этической точки зрения, но и служат преградой на пути развития научного знания. Потому мы полагаем, что борьба с этими явлениями должна стать целью и результатом совместных усилий наших авторов, редакторов, рецензентов, читателей и всего академического сообщества. Мы призываем всех заинтересованных лиц сотрудничать и участвовать в обмене информацией в целях борьбы с нарушением этики публикации научных исследований.

Со своей стороны редакция готова приложить все усилия к выявлению и пресечению подобных неприемлемых практик. Мы обещаем принимать соответствующие меры, а также обращать пристальное внимание на любую предоставленную нам информацию, которая будет свидетельствовать о неэтичном поведении того или иного автора.

Обнаружение нарушений этики влечет за собой отказ в публикации. Если будет выявлено, что статья содержит откровенную клевету, нарушает законодательство или нормы авторского права, то редакция считает себя обязанной удалить ее с веб-ресурса и из баз цитирования. Подобные крайние меры могут быть применены исключительно при соблюдении максимальной открытости и публичности.

Положення про етику публікації наукових даних і її порушеннях

Редакція журналу усвідомлює той факт, що в академічній спільноті досить широко поширені випадки порушення етики публікації наукових досліджень. В якості найбільш помітних можна виділити плагиат, відправлення в журнал раніше опублікованих матеріалів, незаконне привласнення результатів чужих наукових досліджень, а також фальсифікацію даних. Ми виступаємо проти подібних практик.

Редакція переконана в тому, що порушення авторських прав і моральних норм не тільки неприйнятні з етичної точки зору, але і служать перешкодою на шляху розвитку наукового знання. Тому ми вважаємо, що боротьба з цими явищами повинна стати метою і результатом спільних зусиль наших авторів, редакторів, рецензентів, читачів і усієї академічної спільноти. Ми закликаємо всіх зацікавлених осіб співпрацювати і брати участь в обміні інформацією з метою боротьби з порушенням етики публікації наукових досліджень.

Зі свого боку редакція готова докласти всіх зусиль до виявлення та припинення подібних неприйнятних практик. Ми обіцяємо вживати відповідних заходів, а також звертати пильну увагу на будь-яку надану нам інформацію, яка буде свідчити про неетичну поведінку того чи іншого автора.

Виявлення порушень етики тягне за собою відмову в публікації. Якщо буде виявлено, що стаття містить відвертий наклеп, порушує законодавство або норми авторського права, то редакція вважає себе зобов'язаною видалити її з веб-ресурсу і з баз цитування. Подібні крайні заходи можуть бути застосовані виключно при дотриманні максимальної відкритості і публічності.

Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



УДК 637.5.031:637.072

FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM (HACCP) UNDER THE TERMS OF ECOMYASO POLISSIA LLC**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ (НАССР) В УМОВАХ ТОВ «ЕКОМ'ЯСО ПОЛІССЯ»****Trokhymenko V. / Трохименко В.З.***PhD in Agriculture, Associate Professor / к.с-г.н, доцент*

ORCID: 0000-0002-1763-3141

Didukh M. / Дідух М.І.*PhD in Agriculture, Associate Professor / к.с-г.н, доцент*

ORCID: 0000-0001-6952-0520

Kovalchuk T. / Ковальчук Т.І.*Agriculture, Associate Professor / к.с-г.н, доцент*

ORCID: 0000-0002-8682-3280

Zakharin V. / Захарін В.В.*PhD in Veterinary Science, Associate Professor / к.вет.н, доцент*

ORCID: 0000-0002-4157-644X

*Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine, Staryi Blvd 7, 10008**Житомирський національний агроекологічний університет,**Житомир, Україна, Старий Бульвар 7, 10008***Bezverkha L. / Безверха Л.М.***PhD in Agriculture, teacher of special disciplines /**к.с-г.н, викладач спеціальних дисциплін**Zhytomyr Agrotechnical College, Zhytomyr, Ukraine, Pokrovska 96, 10031**Житомирський агротехнічний коледж, Житомир, Україна, Покровська 96, 10031*

Анотація. У статті представлені результати досліджень щодо особливостей організації контролю якості та безпечності продуктів забою тварин, м'ясної сировини та субпродуктів в умовах ТОВ «Еком'ясо Полісся». Проаналізована система управління безпекою продуктів харчування (НАССР) в умовах ТОВ «Еком'ясо Полісся» та описана схема простежуваності м'ясних напівфабрикатів.

Ключові слова: м'ясні туші, м'ясо, простежуваність, НАССР, якість, безпечність

Вступ. М'ясо та м'ясопродукти залишаються одним із основних джерел поживних речовин у раціоні людей в усьому світі. Однією з найважливіших складових національної безпеки держави є забезпечення населення високоякісними та безпечними харчовими продуктами. З розвитком культури харчування зростають також і вимоги до якості харчових продуктів – 92 % споживачів хвилює безпека харчових продуктів. Безпечність продуктів харчування – це гарантія того, що продукт не зашкодить споживачеві, якщо він призначений і спожитий відповідно до призначення [1-3].

М'ясна промисловість забезпечує населення м'ясом, напівфабрикатами, готовими виробами. Харчування невід'ємна частина нашого життя. М'ясо – це джерело найбільш повноцінних тваринних білків. М'ясо і м'ясні страви вважають одним з основних продуктів харчування.

Основний текст. ТОВ «Еком'ясо Полісся» - м'ясопереробне підприємство, що спеціалізується на заготівлі та реалізації м'яса і м'ясної продукції. Підприємство побудовано за принципом повного циклу: забій худоби,



переробка сировини, виробництво м'ясних напівфабрикатів.

Новим рівнем в управлінні якістю продуктів харчування є впровадження «Hazard Analysis and Critical Control Point» (НАССР). Система НАССР, або Система аналізу небезпечних чинників та критичних контрольних точок (у латинській аббревіатурі - НАССР "Hazard Analysis and Critical Control Point") є науково обґрунтованою системою, що дозволяє забезпечувати виробництво безпечної продукції шляхом ідентифікації і контролю небезпечних чинників. Система НАССР є єдиною системою управління безпечністю харчових продуктів, яка довела свою ефективність і прийнята міжнародними організаціями [4].

Система НАССР базується на семи основних принципах:

1. Виявлення небезпечних факторів;
2. Визначення критичних контрольних точок;
3. Визначення критичних допусків (реальні показники можуть відрізнятися);
4. Створення системи моніторингу;
5. Розробка системи коригувальних дій;
6. Розробка процедури перевірок;
7. Створення системи документації.

В умовах ТОВ «Еком'ясо Полісся» була розроблена і впроваджена система управління безпекою харчових продуктів, відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 22000: 2005, який заснований на принципах НАССР. На всіх стадіях виробництва харчового продукту, починаючи від приймання сировини і закінчуючи реалізацією готової продукції, для кожної технологічної операції, необхідно виявити небезпечні чинники, які можуть загрожувати безпеці продукції і забезпечити управління процесами так, щоб виключити вплив цих факторів.

НАССР - система ідентифікації конкретних видів небезпечних чинників і встановлює заходи щодо їх контролю для гарантування безпеності харчових продуктів. В ТОВ «Еком'ясо Полісся» складений документ НАССР-план, який забезпечує контроль небезпечних чинників на ділянці технологічного процесу [5].

Небезпечні чинники поділяються на (рис.1.):

1. **Біологічні** (бактерії, віруси, гриби). Під цю категорію небезпек потрапляють організми, які можуть інфікувати або викликати інтоксикацію у людей, а також служити причиною захворювання, що передається через продукти харчування. Фактори, які впливають на розвиток бактерій, мікробів, патогенів: температура, термін зберігання, порушення санітарно-гігієнічних умов виробництва.

2. **Фізичні**. Елементи, які потрапляють у харчовий продукт ззовні. (скло, пластик, метал, каміння, особисті речі)

3. **Хімічні** (отруйні речовини, харчові добавки, важкі метали, пестициди, алергени).

Однією із важливих ланок НАССР є простежуваність - здатність відстежувати пересування харчового продукту в процесі переробки,



виробництва і реалізації. Починається цей процес з приймання м'ясної сировини та туш.



Рис. 1. Небезпечні чинники, які можуть вплинути на безпеку продукту

Приймання туш м'ясної сировини. Спочатку необхідно отримати штрих-код від виробника, в якому буде закодована інформація (№ замовлення: постачальник, дата виготовлення, термін реалізації, кількість) або самостійно внести в стікер інформацію від постачальника: (№ замовлення, термін придатності, № партії). На кожну напівтушу свинини, необхідно надрукувати і приклеїти 7 стікерів з інформацією № замовлення і кінцевий термін реалізації (рис. 2.).

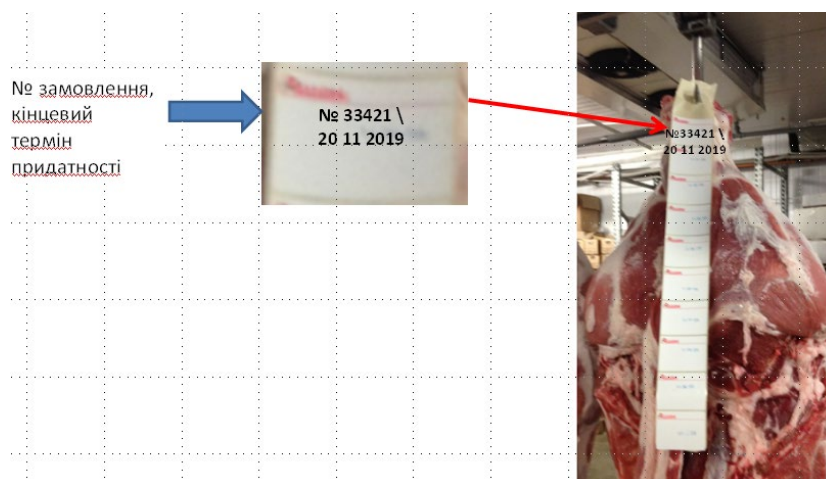


Рис. 2. Приймання туш та стікування (простежуваність)

Після стікування туш, з наклеєними стікерами напівтуші направляються в холодильник. За необхідності напівтуші надходять на первинну обробку, тобто розрубання, обвалку, жиловку та формування необхідних для подальшої переробки частин туші. Після первинної обробки напівфабрикат повертається на зберігання в холодильну камеру. Необхідно зберегти стікер з інформацією про № замовлення і причепити табличку STOP FIFO (з датою оброблення) (рис. 3).

Фасовка напівфабрикатів. Перш ніж зафасувати напівфабрикат,



необхідно ввести №замовлення на табло пакувальної машини (вручну) (рис. 4).

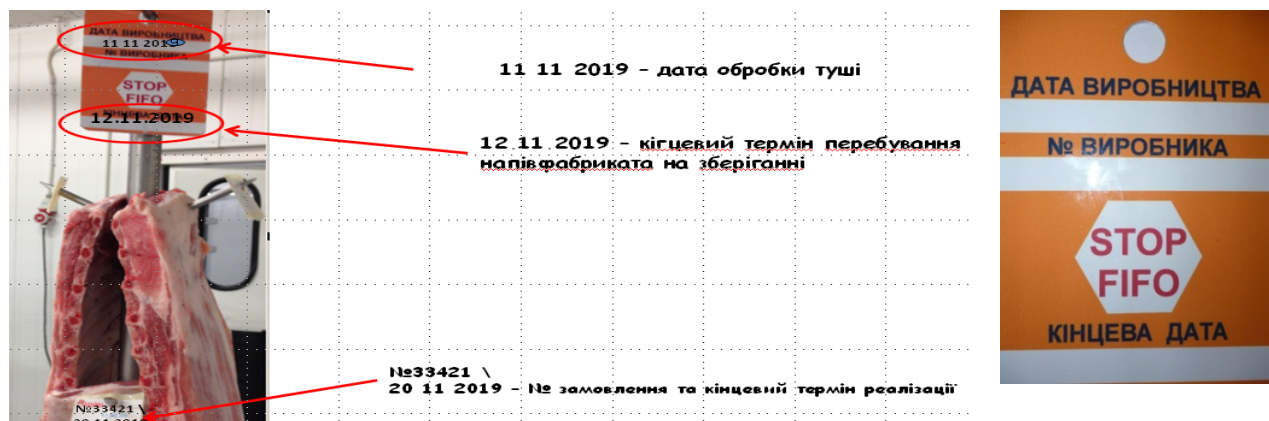


Рис. 3. Напівфабрикат після первинної обробки.



Рис. 4. Напівфабрикат в процесі фасування

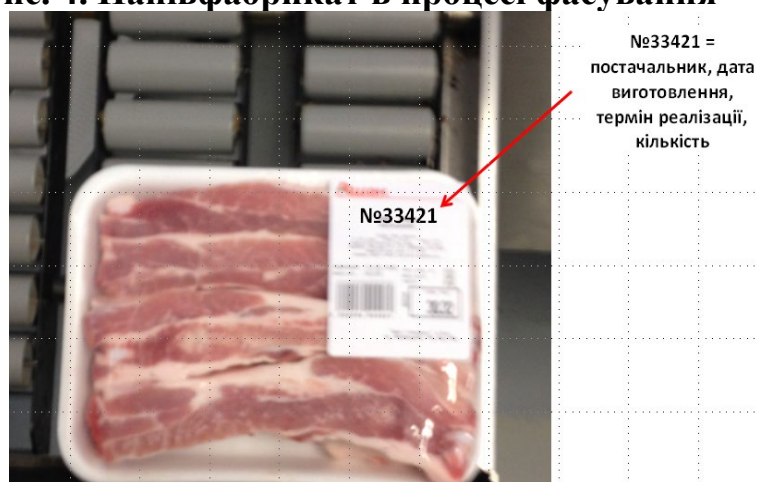


Рис. 5. Стікер готового виробу



Отже, таким чином досягається мета щодо простежуваності готових виробів, а саме, на стікері вказується № замовлення, що в подальшому нам дозволить знати всю інформацію про даний товар (рис. 5).

Критична точка контролю (ККТ) - етап, на якому контроль можливий і необхідний для запобігання чи усунення небезпечних чинників для харчових продуктів, або їх зменшення до прийнятного рівня.

Контрольна точка (КТ) - етап, на якому можливий контроль.

Заключення та висновок.

Запровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на підприємстві – тривалий процес, який стосується всіх служб і всього персоналу. Він не обмежується лише розробкою документації та наведенням елементарного порядку на виробництві. Для запровадження дієвої системи управління безпечністю харчових продуктів необхідне, передусім, навчання найвищого керівництва, групи НАССР, персоналу, що виконує роботи, які впливають на безпечність продуктів та осіб, відповідальних за здійснення оперативного контролю. Може виникнути потреба в зміні технологічних процесів або методів пакування, перегляді вимог до постачальників сировини та матеріалів, або навіть і в заміні виробничого устаткування чи переплануванні приміщень. Але найважливішим, мабуть, є те, що в процесі запровадження системи змінюється психологія працівників усіх рівнів, приходить усвідомлення важливості питань, пов'язаних з безпечністю продукції, формується розуміння того, яким має бути сучасне управління організацією, щоб досягнути найбільшої результативності щодо убезпечення харчових продуктів.

Література.

1. Дочинець І. В. Безпека харчових продуктів в Україні :зб. тез доп. 3 міжнар. наук.-практ.конф. «Якість і безпека харчових продуктів», НУХТ, Київ, 2017. С. 44.
2. Трохименко В.З., Кальчук Л., Дідух М., Ковальчук Т., Захарін В. Використання харчових добавок у ковбасному виробництві та їх вплив на організм людини. Вісник СНАУ, Серія «Тваринництво».Суми. Вип. 2 (34). 2018. с. 233-237.
3. Кальчук Л.А., Дідух М.І., Біденко В.М., Трохименко В.З., Степаненко В.М.. Використання харчових добавок при виробництві органічних харчових продуктів: мат. доп.учасників VII міжнар. науково-практичної конференції: Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир:ЖНАЕУ. 2019. С.433-438.
4. Управління безпечністю харчових продуктів на основі НАССР (від сертифікації партії продукції) [електронний ресурс] Державне підприємств «Харківськерегіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». Режим доступу: <https://www.viconsult.com/ru/sertifikatsiya-iso-22000-dstu-iso-22000> .
5. НАССР – система управління технологією харчових продуктів [електронний ресурс] «Формування ділового портрету менеджера в сучасних



умовах. Шляхи управління оптимізації витрат» 2012. Режим доступу: <https://ukrstandart.net/ua/posluhy/iso-systemy-upravlinnia-iakistiu/ua-haccp>

References:

1. Dochynets I. V. (2017). Bezpeka kharchovykh produktiv v Ukraini :zb. tez dop. 3 mizhnar. nauk.-prakt.konf. «Iakist i bezpeka kharchovykh produktiv». NUKhT.. Kyiv. p. 44.
2. Trokhymenko V.Z., Kalchuk L., Didukh M., Kovalchuk T., Zakharin V. (2018). Vykorystannia kharchovykh dobavok u kovbasnomu vyrobnytstvi ta yikh vplyv na orhanizm liudyny. Visnyk SNAU, Seriya «Tvarynnystvo». Sumy. 2 (34). p. 233-237.
3. Kalchuk L.A., Didukh M.I., Bidenko V.M., Trokhymenko V.Z., Stepanenko V.M. (2019). Vykorystannia kharchovykh dobavok pry vyrobnytstvi orhanichnykh kharchovykh produktiv: mat. dop.uchasnykiv VII mizhnar. naukovopraktychnoi konferentsii: Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka. Zhytomyr:ZhNAEU.. p.433-438.
4. Upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv na osnovi NASSR (vid sertyfikatsii partii produktsii) [elektronnyi resurs] Derzhavne pidpriemstv «Kharkivskrehionalnyi naukovovyrobnychiy tsentr standartyzatsii, metrolohii ta sertyfikatsii». Rezhym dostupu: <https://www.viconsult.com/ru/sertifikatsiya-iso-22000-dstu-iso-22000> .
5. NASSR – systema upravlinnia tekhnolohiieiu kharchovykh produktiv [elektronnyi resurs] «Formuvannia dilovoho portretu menedzhera v suchasnykh umovakh. Shliakhy upravlinnia optymizatsii vytrat» 2012. Rezhym dostupu: <https://ukrstandart.net/ua/posluhy/iso-systemy-upravlinnia-iakistiu/ua-haccp>

Abstract. In Article presents the results of research on the features of the organization of quality control and safety of products of slaughtering of animals, meat raw materials and by-products in the conditions of LLC «Ekomyaso Polissia». The Food Safety Management System (HACCP) of LLC «Ekomyaso Polissia» is analyzed and a semi-finished product traceability scheme is described.

Key words: meat carcasses, meat, traceability, HACCP, quality, safety.

Стаття відправлена:

Трохименко В.З., Дідух М.І., Ковальчук Т.І., Захарін В.В., Безверха Л.М.



COOLER WITH FOLDED BRANCHES FOR COMPUTER PROCESSOR ОХЛАДИТЕЛЬ С ОТКРЫТЫМИ ТЕРМОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЦЕССОРА

Danalakiy O.G./Даналакий О. Г.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., ассистент.

Chernivtsi National University named Yuriy Fedkovich, Storozhenetska, 101

Черновицкий национальный университет

имени Юрия Федьковича, ул. Стороженецька, 101

Abstract – The work of the thermoelectric cooler for a computer processor which consists of the main and auxiliary thermoelements in terms of the cooling coefficient is investigated.

Key words: thermoelectric cooler, microsensor, microelectronic devices.

Introduction

Thermoelectric cooling devices are used effectively to reduce or stabilize the operating temperature of various kinds of microsensors and other microelectronic devices.

In the most commonly used coolers, the main element is a semiconductor thermocouple element, by which it is possible to achieve a maximum temperature difference, which is determined by the thermoelectric efficiency parameter, thermostat temperature and optimal current value. To achieve additional cooling methods are used the cascading devices [1,2]. Cascading coolers are the devices bulky in design which contain a significant number of switching elements, the ceramic layers and the solder contacts which leads to a number of disadvantages.

The soldered contacts influence the thermoelectric characteristics of the devices and the ceramic layers on their thermal processes. It is also possible to indicate the influence of the materials of the solders and fluxes used in the production of thermo batteries, as well as the considerable complexity of the manufacture of such devices.

The indicated disadvantages of cascade thermoelectric coolers lead to the search for possibilities of their replacement by simpler thermal coolers design [3].

Mainpart The cooler in question is a device shown in (Fig. 1). It consists of two thermoelements: a main (in Fig. 1 on the left) and auxiliary one (in Fig. 1 on the right). Each of the branches of the n - and p - type of conductivity of the basic thermoelement is divided into two parts: the n -branch on the parts $2n$ and $3n$, and the p -branch is on $2p$ and $3p$. Between the parts $2n$ and $3n$ and, respectively, $2p$ and $3p$ are inserted metal plates 8 which through the thermoconductive ceramic layer 7 are connected to the switching jumper 5 of the auxiliary thermoelement, whose branches are designated $1n$ and $1p$.

Numeral 6 denotes a switching jumper of the main thermocouple. The cooler works as follows. Through the thermocouples are skipped currents that result from the actions of Peltier effect cooled jumpers 5 and 6. Used heat in parts of the main branches of the thermoelement $3n$ and $3p$ is discharged to the thermostat 4 not only via the branches of the $2n$ and $2p$, but also through the metal plates 8 on the cold plate 5 of the auxiliary thermoelement, which is a thermal load of the auxiliary thermoelement. Due to this redistribution of waste heat, the depth of the cooling of the main thermoelement is greatly increased.

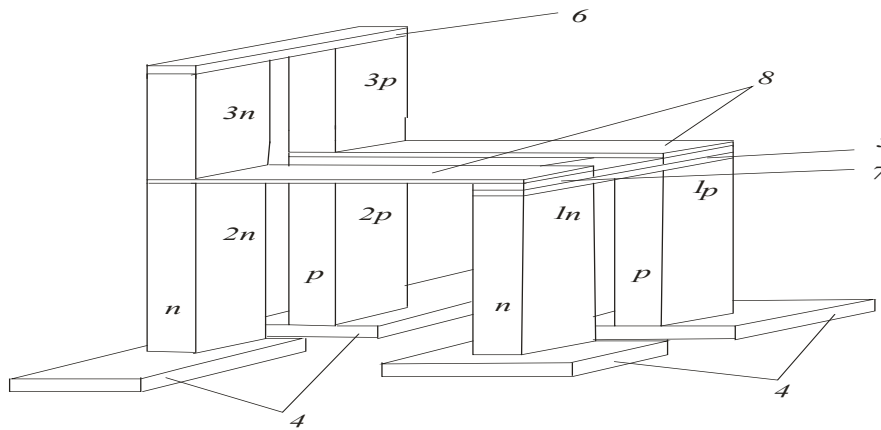


Fig.1. Diagram of cooler with folded branches.

In Fig. 2 is given a diagram of the n -half of the cooler, consisting of a branch of the auxiliary thermoelement and a branch composed of parts $2n$ and $3n$ of the main thermoelement. The second half is a similar structure of the thermoelectric p -type. These halves are interconnected by switching jumpers 5 (upper ends of the branches $1n$ and $1p$) and 6 (upper ends of the areas $3n$ and $3p$). In this case, one can assume that the current and temperature are one-dimensional, that is, we can assume that the current is constant, and the temperature depends only on the coordinate x .

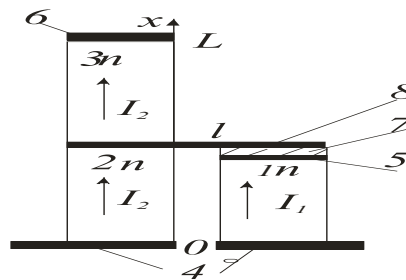


Fig. 2. N-half of the cooler.

Conductors 4 is thermostated at a temperature T_0 . Let the jumpers 6 and 8 have temperatures T_L and T_l , respectively, and I_1 and I_2 —are the currents along the branches. The calculation of temperature distributions in areas 1, 2, 3 under the condition of constant kinetic coefficients is made in [4], in which the described thermoelectric cooler is investigated in terms of maximum temperature decrease.

The temperature distributions in parts 1-3 have the form [4]:

$$\begin{aligned} T_{1i} &= \frac{\rho_{1i} j_{1i}^2}{2\chi_{1i}} x(l-x) + \frac{T_l - T_0}{l} x + T_0, \\ T_{2i} &= \frac{\rho_{2i} j_{2i}^2}{2\chi_{2i}} x(l-x) + \frac{T_l - T_0}{l} x + T_0, \\ T_{3i} &= \frac{\rho_{2i} j_{2i}^2}{2\chi_{2i}} x(L+l-x) + \frac{T_L - T_l}{L-l} x - \frac{T_L l - T_l L}{L-l} - \frac{\rho_{2i} j_{2i}^2}{2\chi_{2i}} Ll, \end{aligned} \quad (1)$$

where $i = n$ or p and it is the type of material conductivity of the branches, and the first digit in the indices means the area number (Fig. 2); T_0 is temperature of thermostatically controlled current circuits 4; T_l is temperature of the upper parts of areas 1 and 2 with coordinate $x = l$; T_L is temperature of the upper ends of areas 3 with a coordinate $x = L$. The thicknesses of switching elements 5, 7, 8 in the



calculations were neglected.

Then it is accepted that $\rho_{1i} = \rho_{2i} = \rho_{3i} = \rho_i$, $\chi_{1i} = \chi_{2i} = \chi_{3i} = \chi_i$.

Assuming that the cross sections of areas 2 and 3 are the same, according to the definitions we write the expressions for cold and heat output:

$$Q_L = -\chi_{2n} \frac{dT_{3n}}{dx} \Big|_{x=L} S_{2n} - \chi_{2p} \frac{dT_{3p}}{dx} \Big|_{x=L} S_{2p} + \Delta\alpha T_L I_2,$$

$$Q_0 = \chi_{2n} \frac{dT_{2n}}{dx} \Big|_{x=0} S_{2n} + \chi_{2p} \frac{dT_{2p}}{dx} \Big|_{x=0} S_{2p} + \chi_{1n} \frac{dT_{1n}}{dx} \Big|_{x=0} S_{1n} + \chi_{1p} \frac{dT_{1p}}{dx} \Big|_{x=0} S_{1p} + \Delta\alpha T_0 (I_1 + I_2).$$

We will consider further the dependences of the specific heat conductivity and thermoelectromotive force on the temperature as it is done in [5], that is, we assume that the specific thermal conductivity and thermos EMF in the expressions for Q_L and Q_0 are linearly dependent on temperature, and in the temperature distributions (1), the kinetic coefficients are expressed in terms of their mean values:

$$Q_L = (\chi_{0n} + \chi_{1n} T_L) \frac{dT_{3n}}{dx} \Big|_{x=L} S_{2n} + (\chi_{0p} + \chi_{1p} T_L) \frac{dT_{3p}}{dx} \Big|_{x=L} S_{2p} + (\alpha_{0p} - \alpha_{0n} + (\alpha_{1p} - \alpha_{1n}) T_L) T_L I_2,$$

$$Q_0 = (\chi_{0n} + \chi_{1n} T_0) \frac{dT_{2n}}{dx} \Big|_{x=0} S_{2n} + (\chi_{0p} + \chi_{1p} T_0) \frac{dT_{2p}}{dx} \Big|_{x=0} S_{2p} + (\chi_{0n} + \chi_{1n} T_0) \frac{dT_{1n}}{dx} \Big|_{x=0} S_{1n} +$$

$$+ (\chi_{0n} + \chi_{1p} T_0) \frac{dT_{1p}}{dx} \Big|_{x=0} S_{1p} - (\alpha_{0p} - \alpha_{0n} + (\alpha_{1p} - \alpha_{1n}) T_0) T_0 (I_1 + I_2).$$

By definition, the cooling coefficient is represented by a formula

$$\varepsilon = \frac{Q_L}{Q_0 - Q_L}. \quad (2)$$

Derivatives dT_{ki}/dx at the boundaries $x = L$ and $x = l$ are calculated using the expressions (1). From the experimental dependences of kinetic coefficients on temperature was found: $\chi_{0n} = 2.6 \cdot 10^{-2} \text{ W/(K} \cdot \text{cm)}$, $\chi_{0p} = 2.45 \cdot 10^{-2} \text{ W/(K} \cdot \text{cm)}$, $\chi_{1n} = -0.37 \cdot 10^{-4} \text{ W/(K}^2 \cdot \text{cm)}$, $\chi_{1p} = -0.35 \cdot 10^{-4} \text{ W/(K}^2 \cdot \text{cm)}$, $\alpha_{0n} = -1.1 \cdot 10^{-4} \text{ V/K}$, $\alpha_{0p} = 0.59 \cdot 10^{-4} \text{ V/K}$, $\alpha_{1n} = -0.3 \cdot 10^{-6} \text{ V/K}^2$, $\alpha_{1p} = -0.47 \cdot 10^{-6} \text{ V/K}^2$. Next it is taken $S_{2n} = S_{2p} = S_2$, $S_{1n} = S_{1p} = S_1$. For numerical calculations it is taken the following average values of thermal conductivity and electrical resistivity: $\chi = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ W/(cm} \cdot \text{K)}$, $\rho = 10^{-3} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$. Dimensional constants are selected as follows: $L = 0.5 \text{ cm}$, $l = 0.2 \text{ cm}$, $S_1 = 0.06 \text{ cm}^2$, $S_2 = 0.02 \text{ cm}^2$. Thermostat temperature is $T_0 = 300 \text{ K}$.

In view of the above expressions Q_L and Q_0 have such form

$$Q_L = -\frac{1}{2} r_3 \frac{\chi_{0n} + \chi_{0p} + (\chi_{1n} + \chi_{1p}) T_L}{\chi} I_2^2 - \frac{\chi_{0n} + \chi_{0p} + (\chi_{1n} + \chi_{1p}) T_L}{L - l} S_2 (T_l - T_L) +$$

$$+ (\alpha_{0p} - \alpha_{0n} + (\alpha_{1p} - \alpha_{1n}) T_L) T_L I_2,$$

$$Q_0 = \frac{1}{2} r_2 \frac{\chi_{0n} + \chi_{0p} + (\chi_{1n} + \chi_{1p}) T_0}{\chi} I_2^2 + \frac{1}{2} r_1 \frac{\chi_{0n} + \chi_{0p} + (\chi_{1n} + \chi_{1p}) T_0}{\chi} I_1^2 +$$

$$+ \frac{\chi_{0n} + \chi_{0p} + (\chi_{1n} + \chi_{1p}) T_0}{l} (S_1 + S_2) (T_l - T_0) - (\alpha_{0p} - \alpha_{0n} + (\alpha_{1p} - \alpha_{1n}) T_0) T_0 (I_1 + I_2)$$



where $r_1 = \rho l / S_1$, $r_2 = \rho l / S_2$, $r_3 = \rho(L-l) / S_2$ are the electrical resistances of parts 1, 2 and 3, respectively.

The calculations also used the cascading condition, which expresses the fact that the waste heat which is released at the lower ends of the upper part of the cooler ($x=l$ area 3) is the thermal load of the lower part (areas 1 and 2 at the point $x=l$).

Below (Fig.3, *a,b*) the results are presented of numerical calculations of the refrigeration coefficient ε depending on the values of currents I_1 and I_2 and temperature T_L . The calculations are performed using the software package Maple[6].

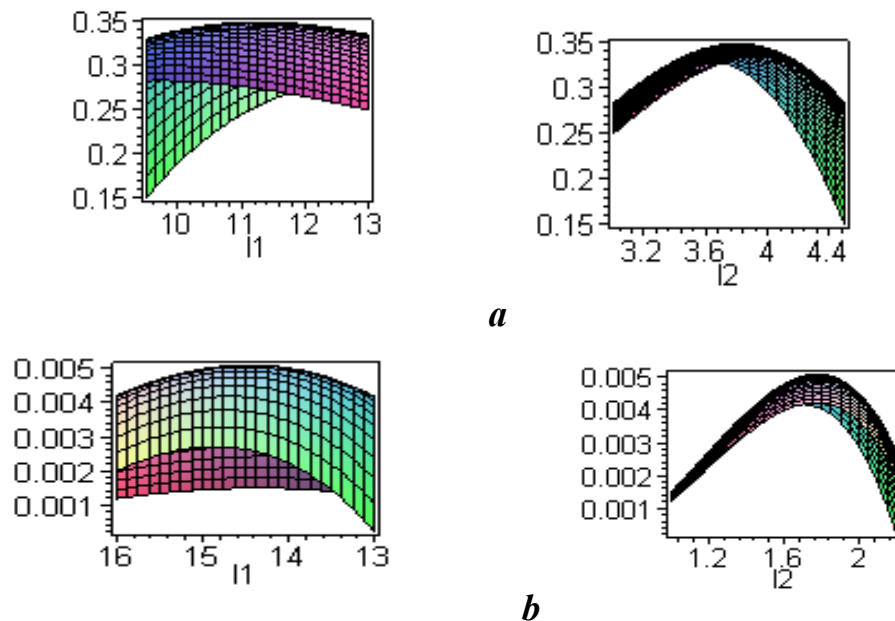


Fig. 3. Dependence of the cooling coefficient ε on the currents values I_1 and I_2 at T_L : a) $T_L = 290$ K; b) $T_L = 260$ K.

From the above graphs it can be seen that the values of the optimal currents I_1 and I_2 which determine the maximum refrigeration coefficient depend significantly on the temperature T_L . Furthermore, the higher the temperature T_L , the higher the refrigeration coefficient. In this case, the currents are such that I_1 with decreasing temperature increases, and I_2 decreases. The cooling coefficient with the decrease of temperature decreases and at $T_L = 260$ K it is practically equal to zero. Below is a (tab. 1) in which is presented the dependence of cooling coefficient of the studied cooler ε and cooling coefficient of standard semiconductor thermoelement ε_{TE} on temperature difference ΔT , which shows that the specified coefficient ε with increasing temperature difference decreases and in comparison with ε_{TE} is of relatively little value.

Therefore, it can be argued that the investigated thermoelectric cooler has a low refrigeration coefficient and, therefore, can be effectively used only for the cooling of objects that produce little heat. From the comparison of this thermoelectric cooler with a standard two-stage cooler [7] one can also draw a conclusion that it is somewhat simpler in constructive and technological terms (than a three-tier thermoelectric cooler).

**Table 1**

ε	0.35	0.13	0.045	0.005
ε_{TE}	7.6	1.45	0.78	0.44
$\Delta T = T_0 - T_L$	10	20	30	40

A schematic diagram of a three-tiered thermoelectric cooler is shown in Fig. 4. We assume that the kinetic coefficients of the materials of areas 1, 2, and 3 are constant. Then, provided that the electric current and temperature are one-dimensional, the generalized heat conduction equation will have the form

$$\frac{d^2 T_i}{dx^2} + \gamma_i = 0, \quad (3)$$

where I is the area number; T_i is temperature in the i - area; $\gamma_i = \rho_i j_i^2 / \kappa_i$; ρ_i – electrical resistivity, and κ_i – the thermal conductivity of the materials, j_i – the density of electric current in the i - area.

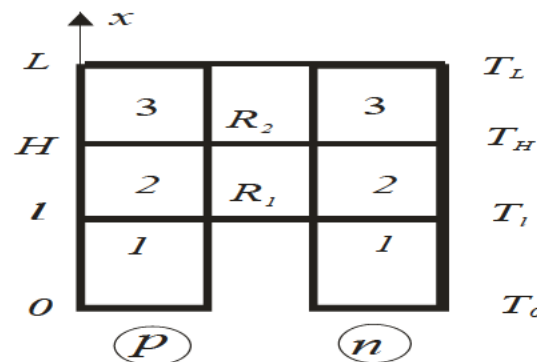


Fig. 4. A schematic diagram of a three-tiered thermoelectric cooler used to calculate the temperature difference: 1,2,3-areas of the branches of p - and n -conductivity type, respectively; l, H, L - dimensions; T_0, T_l, T_H, T_L – temperatures of the joints of the branches; R_1, R_2 – electrical resistances of additional conductive elements.

The solution of equation (3) is known. It has the form

$$T_i(x) = -\frac{1}{2} \gamma_i x^2 + A_i x + B_i, \quad (4)$$

Where A_i and B_i are the integration constants, which must be found from the boundary conditions. For the first area, the boundary conditions are as follows $T_1(0) = T_0$, $T_1(l) = T_l$, where T_0 – the temperature of the thermostat ed current leads. Equation (4) together with these conditions gives:

$$B_{1p} = B_{1n} = T_0, A_{1p} = -\frac{T_0 - T_l}{l} + \frac{1}{2} \gamma_{1p} l, A_{1n} = -\frac{T_0 - T_l}{l} + \frac{1}{2} \gamma_{1n} l,$$

Where p and n are the indices and indicate that this value belongs to a thermoelectric material p - or n - conductivity type. The temperatures distributions for these areas will be

$$T_{1p}(x) = \frac{1}{2} \gamma_{1p} x(l-x) - \frac{T_0 - T_l}{l} x + T_0, T_{1n}(x) = \frac{1}{2} \gamma_{1n} x(l-x) - \frac{T_0 - T_l}{l} x + T_0.$$



Similarly, the obtained temperatures distributions for areas 2 and 3 are:

$$T_{2p}(x) = \frac{1}{2}\gamma_{2p}x(H+l-x) - \frac{T_l - T_H}{H-l}x - \frac{1}{2}\gamma_{2p}Hl + \frac{T_lH - T_Hl}{H-l},$$

$$T_{2n}(x) = \frac{1}{2}\gamma_{2n}x(H+l-x) - \frac{T_l - T_H}{H-l}x - \frac{1}{2}\gamma_{2n}Hl + \frac{T_lH - T_Hl}{H-l},$$

$$T_{3p}(x) = \frac{1}{2}\gamma_{3p}x(L+H-x) - \frac{T_H - T_L}{L-H}x - \frac{1}{2}\gamma_{3p}LH + \frac{T_HL - T_LH}{L-H},$$

$$T_{3n}(x) = \frac{1}{2}\gamma_{3n}x(L+H-x) - \frac{T_H - T_L}{L-H}x - \frac{1}{2}\gamma_{3n}LH + \frac{T_HL - T_LH}{L-H}.$$

Having the temperatures distributions in areas 1-3, it is easy to calculate the temperature of the joints T_l , T_H and T_L . But for this it is necessary to know the currents that flow in these areas.

We describe the principle of operation of a three-tiered refrigerator. Let us turn to the diagrams shown in fig. 1 and 2. The current I that passes through the resistance R_{1n} (Fig. 4), forks into two I_{r1} and I_2 . The current I_{r1} due to the Peltier effect cools the lower ends of parts 2 (Fig. 4), and I_2 when exiting the resistance R_{2n} it also splits into two I_{r2} and I_3 . I_{r2} cools the lower ends of areas 3, and I_3 cools the upper ends of the refrigerator. Naturally, the maximum temperature difference will take place at optimal values of the parameters: I , R_1 , R_2 , as well as cross-sectional areas of parts 1-3.

Here we must bear in mind the following circumstance. The additional conductive elements, generally speaking, must have infinite thermal conductivity so that the temperatures of the respective ends align. Having a finite resistance, they also have a finite thermal conductivity, and the smaller it is, the worse the temperature equalization of the ends will be. This should be taken into account in practical developments.

Conclusions

The thermoelectric cooler, which consists of the main and auxiliary thermoelements in technological and constructive terms, is simpler than a standard thermoelectric two-stage cooler. It can be used to cool or stabilize the temperature of various kinds of microelectronic devices for a computer processor, which, in operation, emit heat. The three-way thermoelectric refrigerator is not inferior to the three-stage one.

References

1. Ioffe A.F. Semiconductor thermoelements. - M.L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1989. - 188 p.
2. Weiner A.L. Cascade thermoelectric sources of cold. - M. – 2006. -137 p.
3. Okhrem V.G. Thermoelectric cooler with folded branches for deep cooling // Thermoelectricity.-2007. -№ 1. -18 p.
4. Gorobets M.V., Okhrem V.G. Thermoelectric cooler Peltier with additional conductivity element // Bulletin of engineering Academy of Sciences. – 2006. - № 2. – 28 p.



5. Ashcheulov A. A. Anisotropic Radiation Thermoelement for Measurement of Pass-Through Capacity // Optical-Mechanical Industry. – 2009. - No. 12.- P. 48–49.

6. Ashcheulov A.A., Gutsul I.V., Rarenko I.M. Anisotropic radiation thermoelement acting in the mode of internal reflection // Optical Journal. – 2003. - № 4. - P. 78 –79.

7. Arfken G. Mathematical methods in physics. -М.: Atomizdat, 1990. - 712 p.

Аннотация - Исследована работа термоэлектрического кулера для компьютерного процессора, состоящего из основного и вспомогательного термоэлементов по коэффициенту охлаждения.

Ключевые слова: термоэлектрический холодильник, микросенсор, микроэлектронные устройства.

*Article prepared under the Program Department
of security and electrical engineering*

Article submitted: 15.03.2020.

© Danalakiy O.G.



УДК 621.18:628.47:502.13

**METHOD AND EQUIPMENT FOR SOLID FUEL AND WASTE
COMBUSTION****СПОСІБ І УСТАНОВКА ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ТА ВІДХОДІВ****Sklyarenko E.V. / Скляренко Є.В.***c.t.s. / к.т.н.*

ORCID: 0000-0003-3952-6520

Vorobiov L.Y. / Воробйов Л.Й*d.t.s., s.s. / д.т.н., с.н.с.*

ORCID: 0000-0001-7958-6996

SPIN: 6154-2069

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Mary Kapnist Str., 2a, Kyiv, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. Марії Капніст, 2а, 03057*

Анотація. Запропоновано новий спосіб спалювання твердого палива на основі фронтального способу його попередньої газифікації в закрученому потоці окислювача і установку для його реалізації. Отримані результати експериментальних досліджень спалювання змішаних компонентів твердих побутових відходів підтвердили високу ефективність способу та установки, які дозволяють конвертувати енергетичний потенціал вихідного палива в теплову енергію (наприклад, для нагрівання води) при мінімальних теплових і шкідливих викидах у довкілля.

Ключові слова: тверде паливо, відходи, спалювання, газифікація, шкідливі викиди.

Вступ. Поряд з проблемою енергетичного забезпечення життєдіяльності населення земної кулі, на сьогодні набуває особливої актуальності проблема екологічно безпечної утилізації твердих побутових відходів (ТПВ), об'єми утворення і накопичення яких постійно збільшуються.

В Україні, більша частина таких відходів вивозиться на спеціально обладнані чи стихійні звалища для захоронення, що потребує значних земельних площ і транспортних витрат, та призводить до суттєвого забруднення довкілля (землі, повітря та ґрунтових вод).

Разом з тим, в розвинутих країнах світу побутові відходи розглядаються як джерело вторинних ресурсів цінних компонентів (макулатура, чорні і кольорові метали, полімери, скло і ін.), а також як джерело вторинних енергоресурсів (з теплотою згоряння 3,5 – 13,5 МДж/кг), для виробництва теплової та електричної енергії, шляхом їх спалювання.

При цьому, аналіз світового досвіду показує, що для ефективної утилізації ТПВ найбільшого поширення набувають технології, які наносять мінімальну екологічну шкоду довкіллю, мають низькі капітальні витрати та дозволяють отримати прибуток.

Складність ефективної утилізації ТПВ пов'язана з їх широким діапазоном морфологічного, фракційного і елементарного складу, та низькими теплотехнічними характеристиками [1...3] (табл. 1). Причому, склад і характеристики ТПВ постійно змінюються, в залежності від умов життя населення, пори року, погодних умов та інших факторів їх утворення і збору.

Значний вплив на теплотехнічні характеристики ТПВ спричинює висока їх вологість (45% і вище), та наявність негорючих матеріалів (до 30%). В табл. 2



наведено розрахункові дані зміни теплоти згоряння ТПВ від їх вологості (W^p) і зольності (A^p).

Таблиця 1.

Теплотехнічні характеристики ТПВ [3]

Компоненти ТПВ	Середній склад ТПВ, % по масі	Хімічний склад, %							Вихід легких, % на горючу масу	Q_H^p , МДж/кг
		C^p	H^p	O^p	N^p	S^p	A^p	W^p		
Папір	34	27,8	3,7	28,3	0,16	0,14	15	25	79,0	9,49
Харчові відходи	35	12,6	1,8	8,0	0,95	0,15	4,5	72,0	65,2	3,43
Текстиль	4,5	39,4	4,5	23,2	3,4	1,1	8,0	20,0	84,0	15,72
Деревина	3	40,5	4,8	33,8	0,1	-	0,8	20,0	67,9	14,46
Шкіра, гума	2,5	65,0	5,0	12,6	0,2	0,6	11,6	5,0	49,0	25,8
Пластмаса	1,5	55,1	7,6	17,5	0,9	0,3	10,6	-	89,0	24,37
Відсів менше 15мм	5,5	13,9	1,9	14,1	-	0,1	50,0	20,0	54,0	4,6
Зола, шлак		25,2	0,45	0,7	-	0,45	63,2	10,0	2,7	8,65
Інші відходи	0,5	47,0	5,3	22,7	0,1	0,2	11,7	8,0	60,2	18,14
Кістки, метал, скло, каміння	13,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 2.

Теплота згоряння ТПВ в залежності від їх вологості і зольності

$A^p, \%$	10			20			30		
$W^p, \%$	15	30	45	15	30	45	15	30	45
Q_H^p , МДж / кг	11,92	9,08	6,24	10,27	7,44	4,61	8,64	5,80	2,96

Вплив вологості і зольності на теплоту згоряння ТПВ ілюструється графіками (рис. 1).

Розрахунки показують, що при вологості більше 60%, практично, вся теплота згоряння ТПВ іде на випаровування води, тобто про ефективне використання ТПВ як палива, не може бути мови.

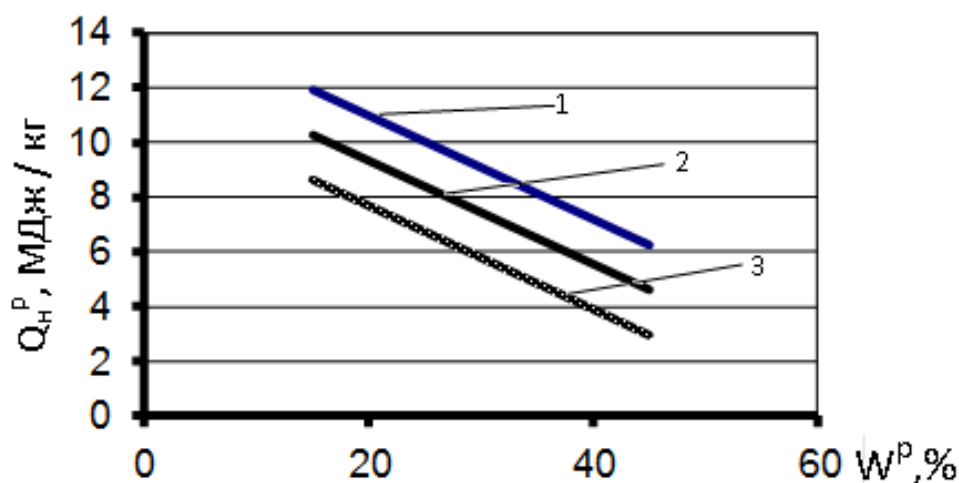


Рис.1. Залежність теплоти згоряння ТПВ від їх вологості (W_H^p) і зольності (A^p): 1- 10%; 2 – 20%; 3 – 30%



Для підвищення ефективності утилізації ТПВ, широкого поширення набувають технології які передбачають: розділення і класифікацію відходів, зменшення вологості та зольності їх горючої частини, відділення компонентів, які містять важкі метали та ті, що дають при спалюванні шкідливі продукти.

В зв'язку з цим, методи утилізації побутових відходів можна розділити на три напрямки:

- повторне використання чи переробка для отримання нових корисних продуктів;
- термохімічні методи (спалювання, газифікація, піроліз) та інші методи утилізації (біологічні, хімічні, фізико-хімічні);
- захоронення на полігонах.

Метою роботи є аналіз відомих термохімічних методів утилізації та створення способу і установки для ефективної утилізації твердих побутових відходів.

Основний текст.

Огляд відомих методів. Серед термохімічних методів найбільшого поширення набули процеси прямого спалювання ТПВ, для виробництва теплової і електричної енергії.

Як показує практичний досвід, процесам спалювання, найбільш доцільно піддавати ТПВ з вологістю 20-40% і середньою зольністю до 25%. Проте, в більшості випадків, максимальну температуру процесу спалювання обмежують температурою плавкості золи (не більше 1200°C), що зменшує ефективність процесу і є одним з основних чинників зростання забруднення довкілля шкідливими продуктами.

Для підвищення ефективності утилізації ТПВ, широкого поширення набувають технології термохімічної конверсії, на основі відомих методів піролізу та газифікації [4, 5]. Такі технології представляють собою сукупність тепло – технологічних процесів для фізико – хімічного перетворення органіки вихідного палива в нові газоподібні, рідкі чи тверді палива.

Одною з таких технологій є технологія двоступеневого способу спалювання твердого палива [6]. Згідно способу, на першому ступені, в ході газифікації органіки вихідного палива утворюється горючий газ, який спалюється на другому ступені, в топці енергетичної установки. Висока температура процесу спалювання такого газу сприяє знешкодженню значної кількості шкідливих компонентів (важких вуглеводнів, діоксинів, сірководню та інших).

Крім поліпшення екології довкілля, така технологія дозволяє адаптувати існуючі теплоенергетичні установки до прямого використання ТПВ, зберегти існуючий парк теплоенергетичних установок, та підвищити енергетичну безпеку підприємств.

Проте, в більшості таких технологій, процес газифікації вихідного палива здійснюють в режимі сухого шлаковидалення, обмежуючи максимальну температуру процесу температурою плавкості золи, що зменшує ефективність процесу газифікації і погіршує якість отриманого горючого газу.

Для досягнення поставленої мети, створення установки для ефективної



утилізації твердих побутових відходів, є нагальна потреба у підвищенні ефективності процесу газифікації, за рахунок вирішення задач пов'язаних з :

- низькою інтенсивністю газифікації твердого вуглецю, в силу обмеження температури процесу і відносної швидкості окислювача, щодо його реакційної поверхні;

- значними втратами енергетичного потенціалу вихідного палива з фізичним теплом продуктів газифікації, в огорожувальній поверхні і ін.;

- складністю газифікації ТПВ, в силу широкого діапазону морфологічного і фракційного складу та їх високої вологості і зольності;

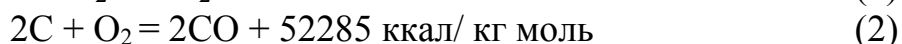
- низькими теплотехнічними характеристиками горючого газу (особливо при повітряному дутті), які часто не задовольняють вимогам сучасного енергетичного обладнання за теплотою згоряння, наявності високомолекулярних сполук (смол) та абразивних частинок в його складі, що ускладнює систему очистки такого газу і суттєво підвищує вартість установки.

Крім того, під час очистки газу утворюється суміш рідких продуктів (жижка): вода, феноли, кислоти, ефіри, метанол та ін., які просто вилити не забруднюючи довкілля неможливо, а їх нейтралізація є технічною, екологічною і економічною проблемою.

Опис запропонованого методу газифікації твердого палива. Як вище було зазначено, двоступеневий спосіб спалювання твердого палива базується на відомих методах газифікації, які є високотемпературними процесами (800 – 1300°C) взаємодії органічної маси вихідного палива з обмеженою кількістю окислювача (повітря, кисень, водяна пара, двоокис вуглецю чи їх суміш). При цьому, процес організовують таким чином, що вихідне паливо послідовно проходить зони сушки, термічного розкладу, відновлення, окислення і шлакування. Зони окислення і відновлення є визначальними, оскільки їх взаємне розміщення в шахті газогенератора і процеси які там проходять мають визначальний вплив на весь процес газифікації: його швидкість, продуктивність, склад і калорійність генераторного газу. В залежності від напрямку руху матеріальних потоків (палива, дуття, горючого газу) відомі три основні способи газифікації – прямий, обернений і поперечний.

Так, при прямому процесі тверде паливо рухається зверху вниз, назустріч нагрітому газовому потоку, який послідовно проходить зони шлакування, окислення, відновлення, термічного розкладу і сушки, оскільки дуття подають знизу під колосникову решітку.

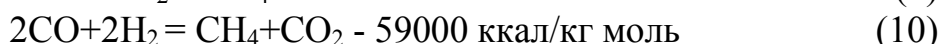
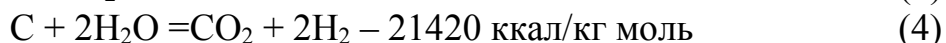
В зоні окислення відбувається взаємодія вуглецю палива з вільним та зв'язаним киснем дуття, до переважного утворення окису і двоокису вуглецю, згідно екзотермічних реакцій наведених в [5]:



Ці реакції, в основному, проходять в дифузійній області, з сильною залежністю швидкості окислення від інтенсивності дуття, тобто від його відносної швидкості щодо розжареного вуглецю. При збільшенні відносної швидкості збільшується температура в зоні окислення і відповідно збільшується інтенсивність процесу та виніс продуктів газифікації у зону



відновлення, яка розташовується над зоною окислення. Там проходять реакції відновлення двоокису вуглецю і водяної пари та взаємодії інших продуктів газифікації між собою чи залишковим окислювачем:



Ці реакції найбільше проявляються на межі зон окислення і відновлення, де є висока температура (вище 700°C), а концентрація вільного кисню є незначною, що сприяє утворенню окису вуглецю і водню - основних компонентів якості генераторного газу (його теплоти згоряння).

Загалом, повна газифікація вихідного палива досягається при безпосередньому контакті молекул окислювача з продуктами газифікації і за відповідних умов процесу: температури, тиску і часу перебування палива в реакційній зоні. При цьому, ефективність процесу газифікації, в значній мірі, залежить від інтенсивності взаємодії кисню дуття з твердим вуглецем палива. Так, наприклад, по даним приведеним в [7], тривалість прогрівання твердого палива і виходу летких, в ході термічного розкладу, складає не більше 10% загального часу газифікації, а решта часу приходить на газифікацію твердого вуглецю. Хоча, при добре розвинутій питомій реакційній його поверхні і за сприятливих умов тепло-масообміну (висока температура і відносна швидкість матеріальних потоків, малий та рівномірний гідравлічний опір шару палива та ін.) окисний процес може закінчуватися, порівняно, на невеликій довжині реакційної зони (в напрямку руху дуття).

На практиці ж цей процес спеціально уповільнюється обмеженням максимальної температури процесу температурою плавкості золи вихідного палива. Її перевищення призводить до розплавлення і спікання золи, що порушує гідродинамічні характеристики шару палива і аеродинаміку газового потоку, а це ускладнює роботу газогенератора і є загрозою часткового, чи повного "затухання" процесу. З іншого боку, відносна швидкість дуття обмежується критичною швидкістю обтікання. Її перевищення також призводить до порушення стійкості шару палива і аеродинаміки газового потоку, утворення локальних зон з високою, чи низькою температурою, виносу дрібних часток палива з шару, що знижує інтенсивність процесу газифікації і погіршує якість генераторного газу.

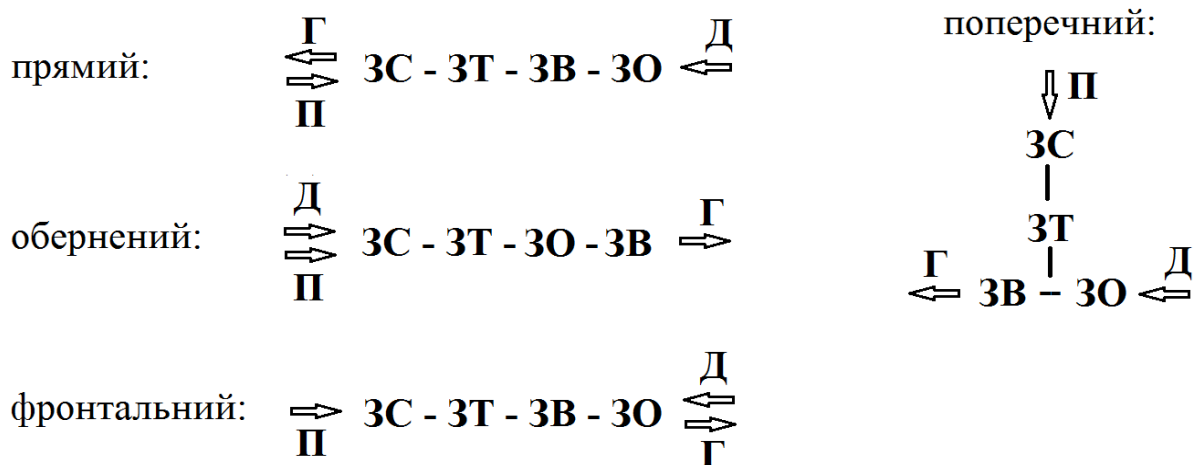
Для запобігання цим негативним явищам, зменшують відносну швидкість дуття, вводять додаткову кількість води з дуттям, а також застосовують складні пристрої для шуровки шару палива.

Таким чином, температура процесу і відносна швидкість дуття є одними з основних факторів впливу на ефективність процесу газифікації, а загалом і на ефективність самого двоступеневого процесу спалювання твердого палива.



Деякі недоліки прямого способу газифікації усуваються в оберненому методі газифікації, в якому реалізують спутний напрямок руху палива та дуття, а зону відновлення розташовують під зоною окислення [5]. Сформований затиснутий рухомий шар палива під дією власної ваги і гідравлічного натиску потоку дуття, дозволяє дещо форсувати його вдв, без побоювань виносу дрібних часток палива з шару. При цьому, високомолекулярні продукти термічного розкладу (смоли) проходять через високотемпературну зону газифікації, де піддаються частковому крекінгу, що дозволяє отримати силовий (без смоли) горючий газ для живлення, наприклад, двигунів внутрішнього згоряння. З іншого боку, такий горючий газ має меншу теплоту згоряння, в порівнянні з газом отриманим при прямому способі газифікації. Крім того, і в цьому способі газифікації існує обмеження максимальної температури процесу температурою плавкості золи, з відповідними наслідками погіршення ефективності процесу.

Для усунення вказаних недоліків і підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу вихідного твердого палива в Інституті технічної теплофізики НАН України розроблено новий спосіб спалювання твердого палива [8]. В його основі лежить фронтальний спосіб газифікації твердого палива, який був запропонований для підземної газифікації вугілля [9]. Його реалізація відбувається шляхом подачі струменя дуття в центр розжареної вугільної поверхні, де створювалася зона окислення підвищеного тиску і максимальної (до 1600°C) температури. При цьому, передача теплоти до зони відновлення, термічного розкладу і зони сушіння (крім втрат в навколишнє середовище через огорожувальні поверхні) відбувається в основному, за рахунок радіаційного теплообміну і теплопровідності, оскільки проникнення потоку гарячих газів вглибину шару палива є незначним. Інтенсифікація ж газифікації досягалася за рахунок високої температури процесу, високої відносної швидкості газового потоку, покращення умов дифузії кисню до розвинутої зовнішньої і внутрішньої реакційної поверхні вуглецю, внаслідок її постійного очищення струминою дуття.



де: П - подача палива; Д – подача дуття; Г – відведення генераторного газу;
ЗС – зона сушки; ЗТ - зона термічного розкладу; ЗВ – зона відновлення;
ЗО – зона окислення .

Рис. 2 Схеми руху матеріальних потоків при газифікації твердого палива.



Як видно з наведених нижче схем (рис. 2), основна відмінність фронтального способу газифікації від вище розглянутих способів полягає в тому, що напрям руху отриманого генераторного газу є прямо протилежним руху потоку дуття.

Одною з переваг фронтального способу газифікації є можливість ведення процесу з рідким шлаковидаленням, тобто температура в зоні окислення підтримується значно вище температури плавлення золи вихідного палива, що підвищує інтенсивність і продуктивність процесу газифікації. При цьому, в залежності від швидкості і складу дуття є можливість регулювання, як температурного режиму процесу газифікації, так і якості генераторного газу.

З іншого боку, при збільшенні швидкості дуття збільшуються і його питомі витрати, що призводить до погіршення теплоти згоряння генераторного газу в силу, як часткового окислення його горючих компонентів, так і додаткового баластування негорючими продуктами згоряння.

Недоліком способу є і те, що створення зони підвищеного тиску в центрі зони окислення призводить до того, що леткі продукти із зон сушіння, термічного розкладу і відновлення тяжіють до її обтікання по периферії. При цьому, значна частина двоокису вуглецю і водяної пари не відновлюються, а високомолекулярні сполуки (смоли) не піддаються термічному розкладу, що знижує ступінь газифікації і погіршує якість генераторного газу, який потребує складної і дорогої системи очистки.

Крім того, із зони окислення розплавленим шлаком виносяться дрібні частки вуглецю, збільшуючи теплові втрати з їх хімічним і механічним недопалом. Величина цих втрат може сягати до 10 і більше відсотків, від загальної потенційної теплоти вихідного палива, що погіршує енергетичну ефективність даного способу газифікації і підвищує забруднення довкілля тепловими і шкідливими викидами.

Суттєвим недоліком, що перешкоджає практичному застосуванню способу, є труднощі з конструктивним оформленням системи подачі повітря, яка знаходиться у високотемпературній зоні і повинна відслідковувати переміщення зони окислення в глибину шару палива.

В розробленому способі ІТТФ НАНУ, задача підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу вихідного палива при його газифікації і подальшому спалюванні продуктів газифікації, досягається тим, що потік попередньо підігрітого до температури 300-600°C повітря, на розжарену поверхню палива в окисну зону, подають фронтально, назустріч руху палива, закрученим потоком. Цим створюють периферійну високотемпературну (до 1600°C) зону окислення і центральну розріджену зону відновлення із зоною від'ємних швидкостей і зворотного потоку [10, 11], через яку отримані продукти газифікації, надходять в жарову трубу пальникового пристрою. Після змішування з необхідною кількістю підігрітого вторинного повітря вони спалюються, в режимі самозаймання, у топці енерготехнологічної установки.

Опис створеної установки. На основі цього способу була розроблена дослідно - експериментальна установка, принципова схема якої представлена на рис.3.

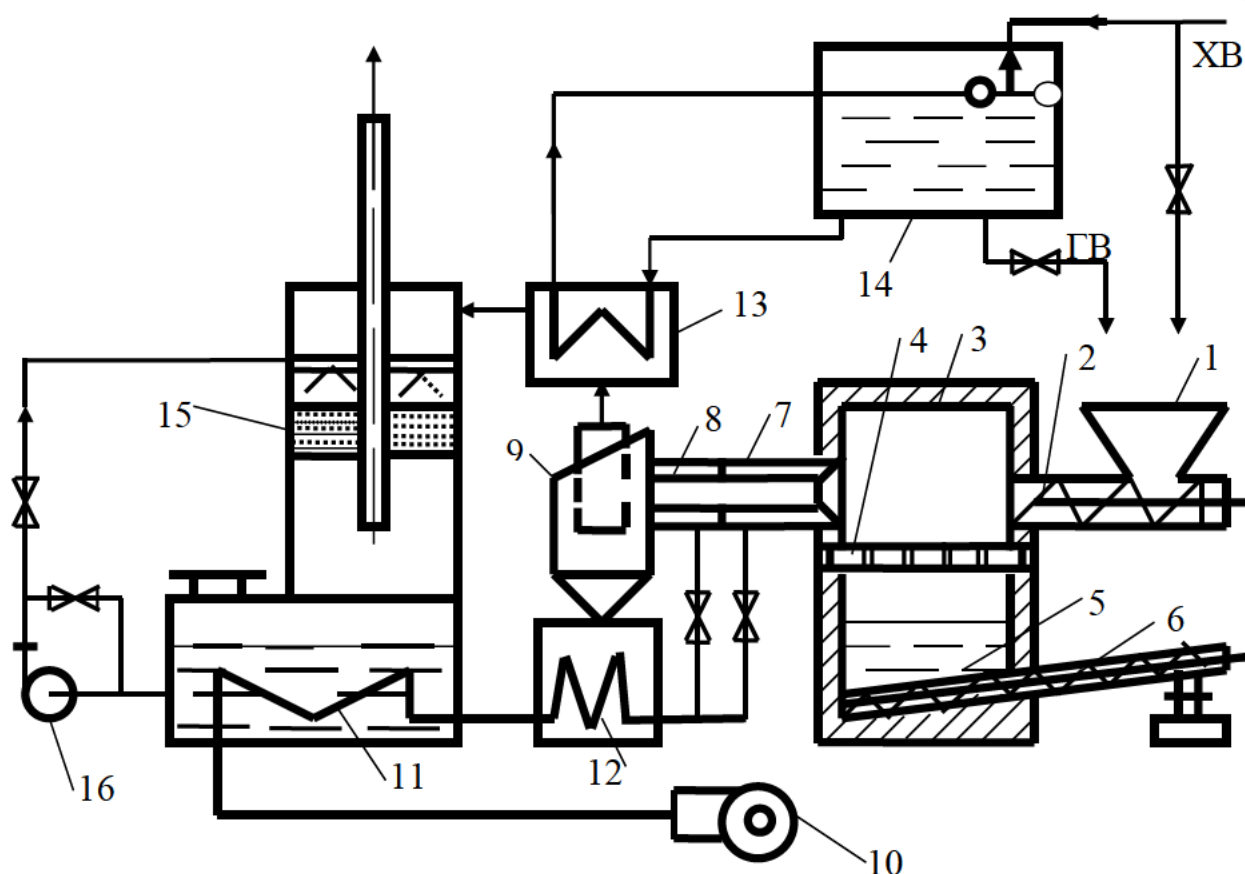


Рис. 3 Принципова схема дослідно - експериментальної установки

Установка включає: бункер для палива 1 з шнековим живильником 2, камеру газифікації 3 з колосниковою решіткою 4 та піддоном 5 і шнеком видалення шлаку 6, паливний пристрій 7 з жаровою трубою 8, циклонну камеру згоряння 9, вентилятор 10, теплообмінники 11, 12, 13, бак 14, абсорбер 15, насос 16.

Технічні характеристики установки наведено у табл. 3.

Таблиця 3.

Технічні характеристики дослідно - експериментальної установки

Номинальна потужність	кВт	до 50
Температура води	°C	45 - 80
Температура викидних газів	°C	80 - 120
Об'єм бункера	м³	1
ККД	%	82
Вид палива	Побутове сміття, біомаса та інше	
Вологість	%	до 55
Витрати палива при $W^p=40\%$, $Q_H^p = 1800$ ккал/кг	кг	40
Витрати повітря	м³	до 120
Габаритні розміри	мм	1050×1350×1535
Вага	кг	1200



Установка працює наступним чином. Подрібнене тверде паливо, із бункера 1, шнековим живильником 2, подають в камеру газифікації 3, на колосникову решітку 4, де рухомий затиснутий шар палива підпалюють, а отримані продукти згоряння відводять через жарову трубу 8, пальникового пристрою 7, в циклонну камеру згоряння 9. Фронтально, назустріч руху палива, на його розжарену поверхню, з пальникового пристрою 7 подають закручений повітряний потік. Повітря яке подають вентилятором 10, в пальниковий пристрій 7, попередньо підігрівають до температури 300-600°C, в теплообмінниках 11, 12 і від стінки жарової труби 8.

Попередній підігрів повітря, що здійснюється за рахунок часткової регенерації фізичної теплоти продуктів газифікації, дозволяє перегріти повітря до температури 900 -1100°C в просторі камери газифікації, при його переміщенні від пальника до зони окислення. Такий підігрів повітря дозволяє підвищити ефективність процесу за рахунок досягнення високих температур газифікації в режимі рідкого шлаковидалення, збільшення швидкості газифікації при зменшенні кількості дуття і відповідно баласту (двоокис вуглецю і водяна пара) в його складі та зменшенні викидів емісії NO_x у довкілля.

Подача закрученого повітряного потоку створює периферійну високотемпературну зону окислення надлишкового тиску, що дозволяє здійснювати газифікацію любого твердого палива високої вологості і зольності, з високими швидкостями, в режимі рідкого шлаковидалення. Створення центральної розрідженої зони відновлення, з температурою 850-1100°C, дозволяє піддавати термічному розкладу високомолекулярні сполуки (смоли), з ступенем їх розкладу до 90% і утворенням неконденсованих продуктів. При цьому, ефективність процесу підвищується і за рахунок збільшення часу перебування продуктів термічного розкладу у високотемпературній зоні відновлення. Реакції відновлення проходять як в шарі палива, так і в потоці, суміші продуктів газифікації та мілко дисперсного розжареного вуглецю, при їх русі в зоні зворотного потоку простору камери газифікації і жарової труби. Це сприяє скороченню баласту (двоокису вуглецю і водяної пари) за рахунок їх відновлення згідно реакцій (4) та (7) і підвищенню калорійності генераторного газу.

Підвищенню ефективності процесу сприяє також, регенерація фізичної теплоти розплавленого шлаку у воду, при його охолодженні у піддоні, що зменшує теплові викиди у довкілля, в залежності від зольності вихідного палива, щонайменше на 5- 10%. При цьому, утворена водяна пара надходить в зону відновлення, де взаємодіє з розжареним вуглецем до утворення водяного газу (суміші CO і H_2) згідно реакції (4), що також підвищує калорійність генераторного газу.

Отриманий генераторний газ, з камери газифікації 3, через жарову трубу 8 подають в циклонну камеру згоряння 9 для повного його спалювання в режимі самозаймання, що суттєво підвищує ефективність процесу, оскільки генераторний газ спалюється без його попереднього охолодження, а це підвищує його теплоту згоряння, щонайменше на 15-20%.



Продукти згорання з циклонної камери 9 подають в теплообмінник 13 для нагрівання води до 45-80°C, з наступним її накопиченням в баку 14 і подальшому використанні для потреб підприємства. Очистка продуктів згорання від шкідливих компонентів здійснюється в мокрому абсорбері 15 з конденсацією водяної пари і наступним їх підігрівом до 80-120°C. Вода яка накопичується в абсорбері нейтралізується і розбавляється до РН=7 та застосовується для технічних потреб даного процесу, інших потреб підприємства, чи скидається у каналізацію.

Результати експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження процесу і відпрацювання конструктивного оформлення установки відбувалося шляхом спалювання ТПВ, утворених при змішуванні компонентів наступного середнього складу на робочу масу: папір 26%; текстиль 2,1%; гума 3,3%; деревина 16%; шкіра 0,6%; пластмаса 6%; вологість 40%; зольність 6%..

Проведені дослідження показали високу ефективність і екологічну безпечність розробленої установки при утилізації енергетичного потенціалу ТПВ. Для прикладу, в табл. 4 приведено склад продуктів згорання, що викидається у довкілля при спалюванні досліджуваного палива.

Таблиця 4

Склад продуктів згорання, що викидається у довкілля

CO ₂	10 – 13%	HCl	10 -50 мг/м ³
O ₂	2 – 5 %	HF	сліди
CO	8 – 18 мг/м ³	NH ₃	0 мг/м ³
SO ₂	5 – 15 мг/м ³	Сажа	0 мг/м ³
NO _x	45 – 60 мг/м ³	Діоксини	0 мг/м ³

Висновки. Проведені попередні експериментальні дослідження показали високу ефективність розробленого способу спалювання твердих палив (зокрема, твердих побутових відходів). Реалізація способу дає змогу підвищити ефективність процесу газифікації твердого палива: інтенсивність і продуктивність процесу, теплоту згорання генераторного газу та зменшити теплові та шкідливі викиди у довкілля. Розроблена установка, з високою ефективністю дозволяє утилізувати енергетичний потенціал вихідного палива в теплову енергію, наприклад, для підігріву води, яка використовується для потреб даного процесу, чи інших потреб підприємства. Подальші експериментальні дослідження будуть направлені на оптимізацію параметрів технологічного процесу і вдосконалення його конструктивного оформлення.

Література

1. Sigal O., Boulanger Q., Vorobiov L., Pavliuk N., Serhienko R. (2018). Research of the energy characteristics of municipal solid waste in Cherkassy. Journal of Engineering Sciences. Sumy: Sumy State University. Vol. 5. Issue 1. P. H16-H22. DOI: 10.21272/jes.2018.5(1).h3.
2. Склярєнко Є.В., Воробйов Л.Й., Кіржнер Д.А., Плашихін С.В. Теплотехнічний аналіз продуктів конверсії зношених шин. Теплофізика та теплоенергетика. - 2019. т.41, №4.- с.51-59.



3. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Справочник по экономии топливно – энергетических ресурсов. – К.: Техніка, 1985. – 384 с.
4. Ольховский Г.Г. Технологии для тепловых электростанций. // Теплоэнергетика. 1999. №8.
5. Федосеев С.Д., Чернышев А.Б. Полукоксование и газификация твердого топлива. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 326 с.
6. Носач В.Г., Скляренко Є.В., Родіонов В.І. Спосіб двоступеневого спалювання твердого палива: патент UA 52297 А Україна, МПК F23 В 1/14. - № a2002042675; опубл. 16.12.2002, Бюл.№ 12.
7. Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. и др. Основы практической теории горения. - Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
8. Скляренко Є.В. Спосіб спалювання твердого палива. Заявка на патент України № a201908895 від 23.07.2019р. МПК C10 В 49/06, C10 J 3/08.
9. Скафа П.В. Подземная газификация углей. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 322 с.
10. Ахмедов Р.Б., Балагула Т.Б., Рашидов Ф.К., Санаев А.Ю. Аэродинамика закрученной струи. – М.: Энергия, 1977 г.
11. Сигал И.Я. Газогорелочные устройства котельных установок. – К.: Гостехиздат, 1961. – 162с.

References

1. Sigal O., Boulanger Q., Vorobiov L., Pavliuk N., Serhiienko R. (2018). Research of the energy characteristics of municipal solid waste in Cherkassy. Journal of Engineering Sciences. Sumy: Sumy State University. V. 5. Issue 1. P. H16-H22. DOI: 10.21272/jes.2018.5(1).h3.
2. Sklyarenko E.V., Vorobiov L.Y., Kirzhner D.A., Plasikhin S.V. (2019). Teplotekhnichnyy analiz produktiv konversiyi znoshenykh shyn. [Thermal analysis of worn tire conversion products]. *Teplofizyka ta teploenerhetyka*. 41(4). p.51-59. (in Ukrainian).
3. Golstrom V.A., Kuznetsov Yu.L. (1985). Spravochnik po ekonomii toplivno – energeticheskikh resursov. [Handbook on saving fuel and energy resources]. Kyiv: Technika, 384 p. (in Russian).
4. Olkhovsky G.G. (1999). Tekhnologii dlya teplovykh elektrostantsiy [Technologies for thermal power plants]. *Teploenergetika*. 8. (in Russian).
5. Fedoseev S. D., Chernyshev A. B. (1960). Polukoksovaniye i gazifikatsiya tverdogo topliva. [Semi-coking and gasification of solid fuels]. Moscow: Gostoptekhizdat, 326 p. (in Russian).
6. Nosach V.G., Sklyarenko E.V., Rodionov V.I. (2002) Sposib dvostupenevoho spalyuvannya tverdoho palyva. [Method of two-stage burning of solid fuel]: patent UA 52297A Ukraine, IPC F23 B 1/14. - No. a2002042675; publ. 16.12.2002, Bul. 12. (in Ukrainian).
7. Pomerantsev V.V., Arefiev K.M., Akhmedov D.B. (1986). Osnovy prakticheskoy teorii gorennya. [Basics of the practical theory of combustion]. - Leningrad: Energoatomizdat, 312 p. (in Russian).
8. Sklyarenko E.V. (2019). Sposib spalyuvannya tverdoho palyva. [A method of



burning solid fuel]. Application for the patent of Ukraine № a201908895 of 23.07.2019 IPC C10 B 49/06, C10 J 3/08. (in Ukrainian).

9. Skafa P.V. (1960). Podzemnaya gazifikatsiya ugley. [Underground coal gasification]. Moscow: Gosgortekhnizdat, 322 p. (in Russian).

10. Akhmedov R.B., Balagula T.B., Rashidov F.K., Sanaev A.Yu. (1977). Aerodinamika zakruchennoy strui. [Aerodynamics of a swirling jet]. Moscow: Energy. (in Russian).

11. Seagal I.Ya. (1961). Gazogorelochnyye ustroystva kotel'nykh ustanovok. [Gas burner devices of boiler plants]. Kyev: Gostekhnizdat, 162 p. (in Russian).

Abstract. *A new method for burning solid fuel based on its preliminary frontal gasification in a swirling oxidizer stream and an installation for its implementation are proposed. The results of experimental studies of the combustion of mixed components of solid household waste have confirmed the high efficiency of the method and equipment, that allow to convert the energy potential of the original fuel into thermal energy (for example, to heat water), with minimal thermal and harmful emissions into the environment.*

Key words: *solid fuel, household waste, combustion, gasification, harmful emissions.*

Стаття відправлена: 16.03.2020 р.
© Складенко Є.В., Воробйов Л.Й.



УДК 536.24: 621.184.5

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF THE PRIMARY MEASURES TO REDUCE THE EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES IN THE COMBUSTION OF DIFFERENT FUELS**ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРВИННИХ ЗАХОДІВ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ NO_x ПРИ СПАЛЮВАННІ РІЗНИХ ПАЛИВ****Rindyuk D.V. / Риндюк Д.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7770-7547

Bednarska I. S. / Беднарська І.С.*as.prof. / асист.*

ORCID: 0000-0002-5558-4467

Sheleshey T.V. / Шелешей Т.В.*as.prof. / асист.***Dubas D.O. / Дубас Д.О.***student / студент**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Politechnichna, 6, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Політехнічна, 6, 03056*

Анотація. В статті розглядаються первинні (режимно-технологічні) заходи, які спрямовані на зменшення утворення оксидів азоту в топці або камері згоряння котла: малотоксичні пальники, ступенева подача повітря, подача третинного повітря, рециркуляція димових газів та трьохступенева подача повітря та палива. Розраховуються показники емісії викидів NO_x при спалюванні різних палив з застосуванням вказаних первинних заходів. Було встановлено, що найбільш ефективним при зниженні викидів оксидів азоту є трьохступенева подача повітря та палива. Також було розглянуто комбінації вище вказаних первинних заходів задля кращого ефекту. Встановлено, що застосування таких первинних заходів, як малотоксичні пальники, ступенева подача повітря та подача третинного повітря, знижує вміст оксидів азоту в відхідних газах майже вдвічі порівняно з показниками, які отримали при застосуванні трьохступеневої подачі повітря та палива.

Ключові слова: оксиди азоту, показник емісії, первинні заходи, малотоксичні пальники, ступенева подача повітря, подача третинного повітря, рециркуляція димових газів, трьохступенева подача повітря та палива, екологічний стан.

Вступ. Негативний вплив шкідливих компонентів на здоров'я населення не обмежується територією, що прилягає до джерел викидів, а поширюється на сотні й тисячі кілометрів. Тому в даний час забруднення довкілля набуває глобального характеру, а витрати на його охорону стали подібні до величини екологічного збитку [1].

Проблема забезпечення енергетичної ефективності та екологічної безпеки енергетичних об'єктів є багатоцільовою (проекування, експлуатація, експертиза, аудит, прогнозування, моніторинг тощо) та багатозначною. Це пов'язано з необхідністю визначення рівня використання паливноенергетичних ресурсів, технічного стану обладнання енергооб'єктів, із застосуванням природоохоронних заходів і т.п. Складність вирішення даної проблеми обумовлена широким спектром визначальних параметрів, факторів і показників



екологічної небезпеки [3].

До основних джерел шкідливих викидів в атмосферу відносяться теплові електростанції, промислові та опалювальні котельні. Енергоносіями на зазначених об'єктах є органічне паливо, яке поділяється на тверде, рідке та газоподібне. Під час спалювання різного роду вугілля, мазуту та природного газу в атмосферу потрапляє велика кількість забруднюючих речовин, що чинять негативний вплив на навколишнє середовище та атмосферу. До числа найтоксичніших шкідливих викидів належать оксиди азоту.

Постановка завдання. Широко відомі первинні (режимно-технологічні) заходи, які спрямовано на зменшення утворення оксидів азоту в топці або камері згоряння котла. До цих заходів відносяться: використання малотоксичних пальників, ступенева подача повітря та палива, рециркуляція димових газів тощо [7]. Метою даної роботи є розрахункове визначення найбільш ефективного первинного заходу, окремого та їх комбінацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Згубність впливу оксидів азоту на навколишнє середовище і в остаточному підсумку на людину велика. Тривала дія навіть порівняно невеликих концентрацій NOx в повітрі збільшує кількість гострих і хронічних респіраторних захворювань, а також негативно діє на рослинний та тваринний світ [1]. Тому зниження їх вмісту в газових викидах теплоенергетичних об'єктів – одне із найважливіших завдань науковців та інженерів в енергетичній галузі.

Якщо раніше мова йшла про концентрації NOx в викидах продуктів згоряння в сотні міліграмів на кубічний метр, то сьогодні екологічна безпека диктує необхідність зниження вмісту цих забруднювачів до десятків і навіть одиниць міліграмів на метр кубічний.

На великих енергетичних об'єктах застосовуються різні методи задля зменшення шкідливого впливу оксидів азоту на навколишнє середовище. Метод рециркуляції димових газів широко застосовується в котельній техніці. Зазвичай димові гази з температурою 300–400°C відбираються перед повітропідігрівником та спеціальним рециркуляційним димососом подаються в топкову камеру. У результаті максимальна температура в топці знижується на 120–130 °C та, крім того, падає концентрація кисню в зоні горіння, що також зменшує утворення паливних NOx. При цьому ККД котла знижується порівняно мало (0,01–0,03% на 1% рециркуляційних газів). Найбільше поширення отримало введення димових газів рециркуляції в суміші з дуттьовим повітрям. Подача рециркуляційних газів з паливом більш ефективно знижує вихід оксидів азоту, ніж підмішування їх у дуттьове повітря. При однаковій мірі рециркуляції, наприклад при спалюванні газу, в першому випадку вихід NOx знижується на 45,4%, а у другому – на 22,7% [3, 9].

Метод ступеневого спалювання палива – це придушення утворення оксидів азоту, яке полягає в тому, що в первинну зону горіння подається повітря менше, ніж необхідно теоретично ($\alpha = 0,70\text{--}0,95$), решта повітря, необхідного для повного спалювання палива, подається далі на одному або декількох рівнях по довжині факелу, в результаті чого знижуються максимальна температура в зоні горіння, вміст кисню в ядрі факела,



зменшуються швидкості реакції утворення оксиду азоту, збільшується довжина та світність факела. Найважливішою особливістю ступеневого спалювання є наявність відновної зони, де через нестачу повітря з'являються продукти неповного згоряння – CO та H₂, а оксид азоту не утворюється. Цей основний принцип – формування в факелі відновної зони – в даний час широко застосовується також при розробці малотоксичних пальників. При ступеневому спалюванні концентрація NO у відновній зоні знижується, а при триступінчатому спалюванні оксид азоту, що надійшов з окислювальної зони, навіть відновлюється до молекулярного азоту [3, 4].

Малотоксичні пальники – це введення невеликих кількостей води або пари в зону горіння. Введення води або пари в кількості більше 5–6% маси повітря, що подається в пальники, може справити негативний вплив на повноту згоряння та знизити ККД на 4–5% через істотне зниження температури [3, 5].

Виклад основного матеріалу. При розрахунках розглянуто різні комбінації перелічених вище первинних заходів, які спрямовано на зменшення утворення оксидів азоту в топці або камері згоряння котла без встановлення будь-якої азотоочисної установки, яка використовується у випадку неможливості досягти за допомогою первинних заходів допустимої концентрації оксидів азоту в димових газах для їх очищення від NO_x. Показник емісії оксидів азоту k_{NO_x} з урахуванням заходів скорочення викиду розраховується [7]:

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 f_n (1 - \eta_I) (1 - \eta_{II} \beta), \text{ г/ГДж}, \quad (1)$$

де $(k_{NO_x})_0$ – показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду, г/ГДж; f_n – ступінь зменшення викиду NO_x під час роботи на низькому навантаженні; η_I – ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду; η_{II} – ефективність вторинних заходів (азотоочисної установки); β – коефіцієнт роботи азотоочисної установки. Значення ефективності застосування первинних заходів η_I , окремих та їх комбінацій, визначаються за результатами випробувань енергетичної установки після їх впровадження і затверджуються відповідними актами. Орієнтовні значення ефективності первинних заходів зменшення викиду оксидів азоту наведено в [2].

Результати розрахунків зведені в (табл. 1).

Таблиця 1

Розрахункові значення показників емісії викидів азоту з застосуванням первинних заходів зниження NO_x.

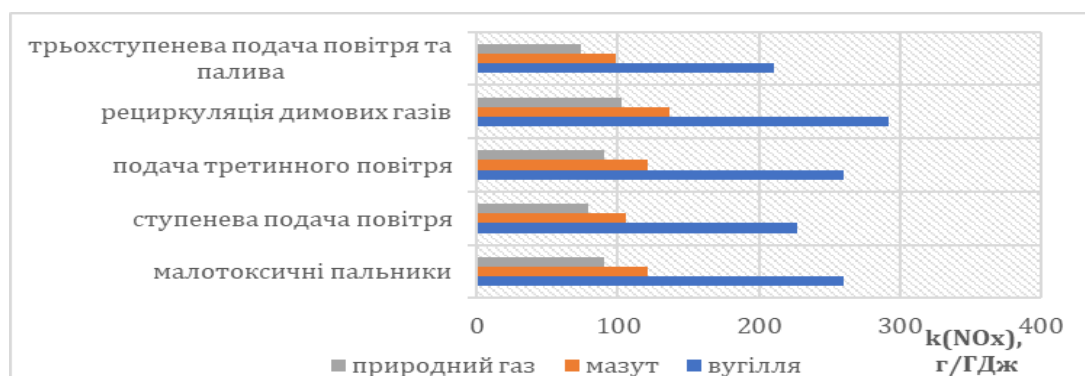
Тип первинних заходів	k_{NO_x} при спалюванні вугілля, г/ГДж,	k_{NO_x} при спалюванні мазуту, г/ГДж,	k_{NO_x} при спалюванні природного газу, г/ГДж,
Малотоксичні пальники	259,85	121,0	90,75
Ступенева подача повітря	227,36	105,88	79,41
Подача третинного повітря	259,85	121,0	90,75
Рециркуляція димових газів	292,33	136,13	102,09
Трьохступенева подача повітря та палива	211,13	98,31	73,74



Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря	178,64	83,19	62,39
Малотоксичні пальники + подача третинного повітря	194,88	90,75	68,06
Малотоксичні пальники + рециркуляція димових газів	227,36	105,88	79,41
Ступенева подача повітря + подача третинного повітря	178,64	83,19	62,39
Ступенева подача повітря + рециркуляція димових газів	194,88	90,75	68,06
Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря + рециркуляція димових газів	162,4	75,63	56,72
Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря + подача третинного повітря	129,92	60,5	45,38

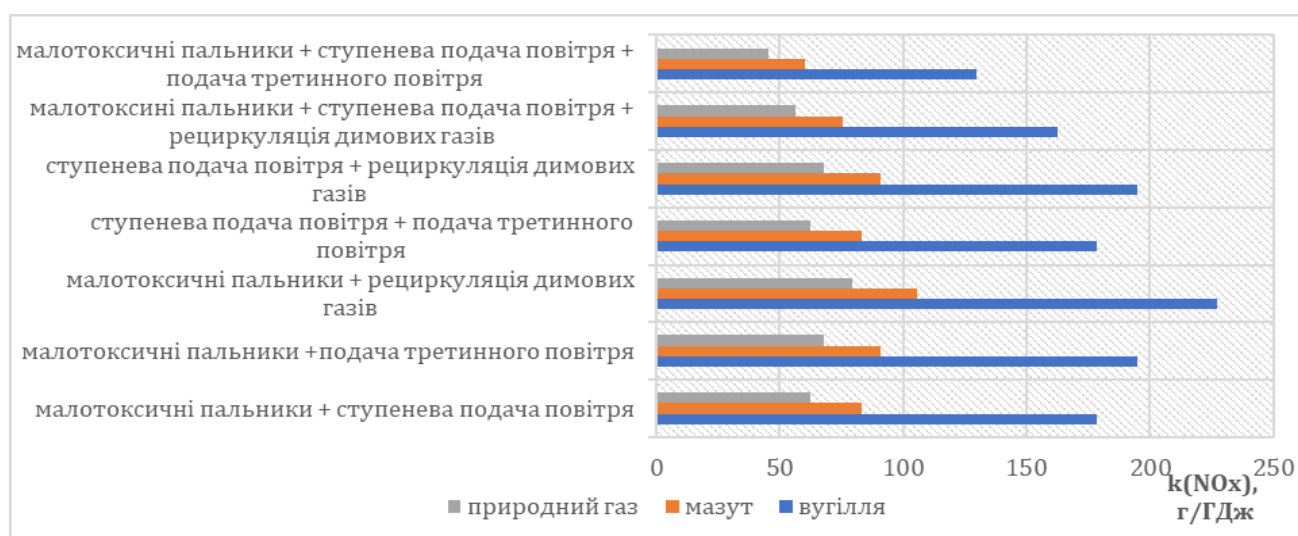
(авторська розробка)

Результати розрахунків наведено на (рис.1).



(авторська розробка)

Рис. 1. Показники емісії викидів оксидів азоту з застосуванням первинних заходів зниження NO_x.



(авторська розробка)

Рис. 2. Показники емісії викидів оксидів азоту з застосуванням комбінацій первинних заходів зниження NO_x.



Аналіз діаграми чітко показує, що впровадження трьохступеневої подачі повітря і палива є найбільш ефективним у боротьбі з оксидами азотів, оскільки показник емісії даних викидів найменший у порівнянні з малотоксичними пальниками, ступеневою подачею повітря, подачею третинного повітря та рециркуляцією димових газів. Проте, якщо використовувати комбінації вище вказаних первинних заходів, то можна досягти кращих показників (рис. 2).

Отже, комбінація таких первинних заходів, як малотоксичні пальники, ступенева подача повітря та подача третинного повітря, знижує вміст оксидів азоту в відхідних газах в діапазоні 37 – 49 %.

Висновки. Були розглянуті наступні первинні заходи для зниження показників викидів оксидів азоту: малотоксичні пальники, ступенева подача повітря, подача третинного повітря, рециркуляція димових газів та трьохступенева подача повітря та палива. Встановлено, що найбільш ефективним при зниженні викидів оксидів азоту є трьохступенева подача повітря та палива. Також розглянуто комбінації вище вказаних первинних заходів з метою підвищення ефективності роботи режимно-технологічних способів зниження показника емісії NO_x. Розрахунки показали, що застосування комбінації «малотоксичні пальники, ступенева подача повітря та подача третинного повітря» сприяє зниженню вмісту оксидів азоту в відхідних газах на 37 – 49 %.

Список літератури:

1. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М. Екологія і охорона навколишнього середовища. - Київ: Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005.
2. Питомі показники викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних виробництв промисловості та сільського господарства. — Київ: Мінекоресурсів України, 2001.
3. Энергетика: история, настоящее и будущее. Том 3: Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики: в 4 т. В. И. Боднарченко [и др.]; науч. Ред. И.Н. Карп [и др.]. Киев, 2005, 304 ст.
4. Ю.П. Корчевой, А.Ю. Майстренко. Пути модернизации и реконструкции пылеугольных котлоагрегатов тепловых электростанций // Новини енергетики. – 2000. – С.38–40.
5. А.Ю. Майстренко, А.Н. Дудник, А.И. Топал. Сравнительный анализ технико-экономических показателей работы ТЭС, использующих чистые угольные технологии // Энергетика и электрификация. – 2007. – № 6. – С.1–3.
6. Department of Transportation. Pipeline Safety: Safety of Gas Transmission Pipelines. Advanced Notice of Proposed Rulemaking. Federal Register. August 25.2011. Vol. 76.165.
7. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – К., 2002.
8. Е.А. Бойко. Котельные установки и парогенераторы. Учебное пособие. ФАО РФ ГОУВПО КГТУ 2005. – 97 с.
9. В.А. Маляренко, Г.Б. Варламов, Г.Н. Любчик и др. Энергетические установки и окружающая среда – Харьков: ХГФГХ, 2002. – 397 с.



References

1. Boychuk YU.D., Soloshenko E.M. Ekolohiya i okhrona navkolyshn'oho seredovyscha. - Kyiv: Vydavnychyy dim «Knyahynya Ol'ha», 2005.
2. Pytomi pokaznyky vykydiv zabrudnyuyuchykh rehovyn v atmosferne povitrya vid osnovnykh vyrobnytstv promyslovosti ta sil's'koho hospodarstva. — Kyiv: Minekoresursiv Ukrainy, 2001.
3. Enerhetyka: ystoryya, nastoyashchee y budushchee. Tom 3: Razvytye teploenerhetyky y hydroenerhetyky: v 4 t. V.Y. Bodnarenko [y dr.]; nauch. Red. Y.N.Karp [y dr.]. Kyev, 2005, 304 st.
4. YU.P. Korchevoy, A.YU. Maystrenko. Puty modernyzatsyy y rekonstruktsyy pyl'uhol'nykh kotloahrehatov teplovykh élektrostantsyy // Novyny enerhetyky. – 2000. – S.38–40.
5. A.YU. Maystrenko, A.N. Dudnyk, A.Y. Topal. Sravnytel'nyy analiz tekhniko-ékonomycheskykh pokazateley raboty TÉS, yspol'zuyushchykh chystye uhol'nye tekhnolohyy // Enerhetyka y élektryfikatsyya. – 2007. – № 6. – S.1–3.
6. Department of Transportation. Pipeline Safety: Safety of Gas Transmission Pipelines. Advanced Notice of Proposed Rulemaking. Federal Register. August 25.2011. Vol. 76.165.
7. HKD 34.02.305-2002. Vykydy zabrudnyuval'nykh rehovyn u atmosferu vid enerhetychnykh ustanovok. Metodyka vyznachennya. – K., 2002.
8. E.A. Boyko. Kotel'nye ustanovky y paroheneratory. Uchebnoe posobyе. FAO RF HOUVPO K·HTU 2005. – 97 s.
9. V.A. Malyarenko, H.B. Varlamov, H.N. Lyubchik y dr. Enerhetycheskiye ustanovky y okruzhayushchaya sreda – Khar'kov: KHHFHKH, 2002. – 397 s.

Abstract. The article deals with the harmful effects of nitrogen oxides on the environment. The list of primary (technological) measures aimed at reducing the formation of nitrogen oxides in the furnace or combustion chamber of the boiler: low-toxic burners, step air supply, tertiary air supply, flue gas recirculation and three-stage air and fuel supply. The NO_x emission indicators for the combustion of different fuels are calculated by using these primary measures. It has been found that the most effective in reducing nitrogen oxides is a three-stage supply of air and fuel. Combinations of the above primary measures for better effect were also considered. It has been found that the use of primary measures such as low-toxic burners, stepped air supply and tertiary air supply reduces the content of nitrogen oxides in the exhaust gases by almost half compared to the results obtained with the use of three-stage air and fuel supply.

Keywords: nitrogen oxides, emission index, primary measures, low-toxic burners, step air supply, tertiary air supply, flue gas recirculation, three stage air flow and fuel, ecological status.

Статья отправлена: 19.03.2020 г.



УДК 536.24:621.184.5

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE HEATING MODE ON THE TEMPERATURE OF THE EXHAUST GASES IN THE BOILER UNITS WITH THEIR MODERNIZATION ON THE BASIS OF A CURRENT LINE
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТОПКОВОГО РЕЖИМУ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ В КОТЛОАГРЕГАТАХ ПРИ ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЇ НА ОСНОВІ СТРУМЕНЕВО-НІШЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Abdulin M.Z. / Абдулін М.З.*d.t.s., as.prof. / д.т.н., доц.***Sheleshey T.V. / Шелешей Т.В.***as.prof. / асист.***Kunik.A.A. / Куник А.А.***student / студент**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Politechnichna, 6, 03056**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,**Київ, Політехнічна, 6, 03056*

Анотація. На сьогоднішній день на теренах України знаходяться в експлуатації десятки тисяч котлів з ККД нижче 80%. Такі котли працюють не тільки на периферії, але і у комунальній енергетиці великих міст. Враховуючи те, що матеріальних ресурсів на заміну застарілої техніки недостатньо, нагальною проблемою є суттєве підвищення їх ефективності. Зниження температури відхідних газів на 12-16°C призводить до підвищення ККД котла приблизно на 1%.

Аналіз показників роботи котлів типу ТГМП-314А Київської ТЕЦ-5 дозволив встановити ступінь впливу режимів роботи на температуру відхідних газів. Найбільш адекватною до експлуатаційних умов є квадратична залежність температури відхідних газів від основних режимних параметрів. Встановлено, що істотний вплив на вибір температури відхідних газів має температура живильної води. Також важливим фактором впливу на температуру відхідних газів є організація топкового режиму, а саме коефіцієнт надлишку повітря.

Важливо, що при модернізації котлоагрегатів за допомогою струменево-нішевої технології, підвищення рівня економічності супроводжується покращенням екологічних характеристик. Вміст оксидів вуглецю продуктах горіння у всьому діапазоні зміни навантажень у перерахуванні на нормальні фізичні умови при коефіцієнті надлишку повітря приведеному до 1,0 не перевищує 80ppm (0,008%). Вміст оксидів азоту при такій потужності не перевищує 55 ppm (112 мг/м³) Пальникові пристрої СНТ працюють стійко і високоефективно по всьому діапазоні заданих навантажень.

Співставлення результатів випробувань, проведених до і після модернізації дозволило отримати наступні покращення характеристик котла КВГМ-20: ККД котла в однакових умовах виріс за рахунок зниження температури газів, які уходять і коефіцієнта надлишку повітря, а також практично повної відсутності хімічного недопалу (СО сліди). Діапазон стійкого горіння у котлі значно розширений, коефіцієнт робочого регулювання збільшився в 2-3 рази. Рівень емісії токсичних речовин знаходяться у межах норми. Зниження аеродинамічного опору пальникового пристрою зумовило можливість роботи котла у режимі без пульсацій та суттєвому зниженню витрати електроенергії на привід тягодуттьових приладів.

Ключові слова: котел, пальниковий пристрій, температура відхідних газів, коефіцієнт надлишку повітря, радіаційний теплообмін



Вступ. Енергетична галузь являється однією із важливих складових паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України. Показником, що об'єктивно характеризує роботу галузі, є її здатність надійно і безперебійно забезпечувати електричною і тепловою енергією як населення так і промисловість в необхідних об'ємах і відповідної якості.[1] Стан енергетики на сучасному його етапі є критичним, з точки зору надійної та економічної роботи обладнання, що фізично й морально застаріло та потребує модернізації, реконструкції чи повної заміни[2,3]. В зв'язку з цим, нагальним є пошук шляхів підвищення надійності, економічності, екологічності діючих котельних агрегатів ТЕЦ та комунальної енергетики шляхом вдосконалення процесів спалювання газу, зниження теплових викидів в навколишнє середовище, витрат електроенергії на власні потреби.

На сьогоднішній день на теренах України знаходяться в експлуатації десятки тисяч котлів з ККД нижче 80%. Такі котли працюють не тільки на периферії, але і у комунальній енергетиці великих міст. Враховуючи те, що матеріальних ресурсів на заміну застарілої техніки недостатньо, нагальною проблемою є суттєве підвищення їх ефективності.

Постановка завдання. Метою роботи є експериментально-теоретичні дослідження ступеню впливу основних режимних та експлуатаційних факторів (температура та витрата жильної води, електрична, тепла потужність та топковий режим) на температуру димових газів зі збереженням довговічності газовідвідних трактів котлів ТЕС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з ефективних методів маловитратної модернізації ТЕЦ є зниження температури відхідних газів котлів ($t_{\text{відх}}$). Відомо, що в котлах з камерним спалюванням втрати з фізичною теплою відхідних газів q_2 є найбільш істотними і складають (5-12)% [4]. Температура відхідних газів має вирішальний вплив на економічність роботи котла, так як втрата теплоти з газами є при нормальних умовах експлуатації найбільшою навіть в порівнянні з сумою інших втрат. Зниження температури відхідних газів на 12-16 °С призводить до підвищення ККД котла приблизно на 1%. Найбільша частка тепла в топковому просторі ($\approx 70-80\%$) поглинається робочим тілом в радіаційній частині котлів. Тому важливим засобом зниження температури продуктів спалювання є інтенсифікація теплообміну за рахунок випромінювання. Треба враховувати, що глибоке охолодження газів може призвести до посилення низькотемпературної корозії, а також вимагає значних капіталовкладень та спеціальних випробувань на діючих об'єктах з урахуванням змінних електричних та теплових навантажень [5].

Утилізація теплових вторинних енергоресурсів, до яких передусім, слід віднести тепло димових газів котлів є швидко окупним технічним рішенням. До таких технологічних процесів відносять: глибока утилізація теплоти із застосування теплообмінних апаратів в системах регенерації ТЕС; контактні водонагрівачі; використання більш ефективних теплоізоляційних матеріалів; оптимізація топкових процесів. Всі ці заходи дають можливість підвищити коефіцієнт використання палива, зменшити шкідливі викиди, збільшити теплопродуктивність котла та ККД котла, зменшити перепади температур газів



і повітря. [6-8].

Виклад основного матеріалу. З огляду на розглянуті дані наукових досліджень можна відмітити недостатність інформації для визначення домінантної складової впливу експлуатаційних та режимних параметрів роботи ТЕС при змінних навантаженнях на температуру відхідних газів газомазутних котлів відсутні. Тому доцільним являється проведення аналізу ступеню впливу основних параметрів роботи на рівень температури відхідних газів котлів. Розрахунки проводились за допомогою математичного методу планування експерименту, що дозволяє отримувати математичну модель процесу [9]. Видом рівняння регресії також задаються. Для характеристик теплоенергетичного обладнання підходить поліном другого ступеня[9]:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

де b_i, b_{ij}, b_{ii} - оцінки коефіцієнтів рівняння регресії, в даному випадку полінома другого ступеня. Для даного дослідження вихідною величиною приймається температура відхідних газів, тобто $y = t_{\text{відх}}$. Змінними факторами є: витрата живильної води $D_{\text{жв}}$, м³/год; температура живильної води $t_{\text{жв}}$, °C; електрична потужність блока N_E , МВт; теплова потужність блока Q_t , МВт.

Оцінку адекватності дає коефіцієнт множинної кореляції

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_1^n (\hat{y}_j - \bar{y}_j)^2}{\sum_1^n (y_j - \bar{y}_j)^2}}, \quad (2)$$

де y_j - поточне значення вихідної величини в J-м досліді; $\hat{y}_j$ - розрахункове

значення вихідної величини за отриманим рівнянням в J-м досліді $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_1^n y_j$ -

середнє значення вихідної величини в n дослідів.

Експериментальні дослідження проводилися на котлах типу ТГМП-314А Київської ТЕЦ-5. Аналіз показників роботи котлів типу дозволив встановити ступінь впливу режимів роботи на $t_{\text{відх}}$. Перевірка адекватності отриманих рівнянь використаним даним проводилася за критерієм адекватності. Розрахункові значення критерію становлять $R=0,934$ (лінійна залежність), $R=0,924$ (ступенева залежність) $R=0,956$ (квадратична залежність). Найбільш адекватною до експлуатаційних умов виявилася квадратична залежність.

При встановленні залежностей експлуатаційних режимів роботи (навантажень при виробітку електроенергії та теплоти, температури та витрати живильної води) та $t_{\text{відх}}$ для котлоагрегату ТГМП-314А отримано таке рівняння:

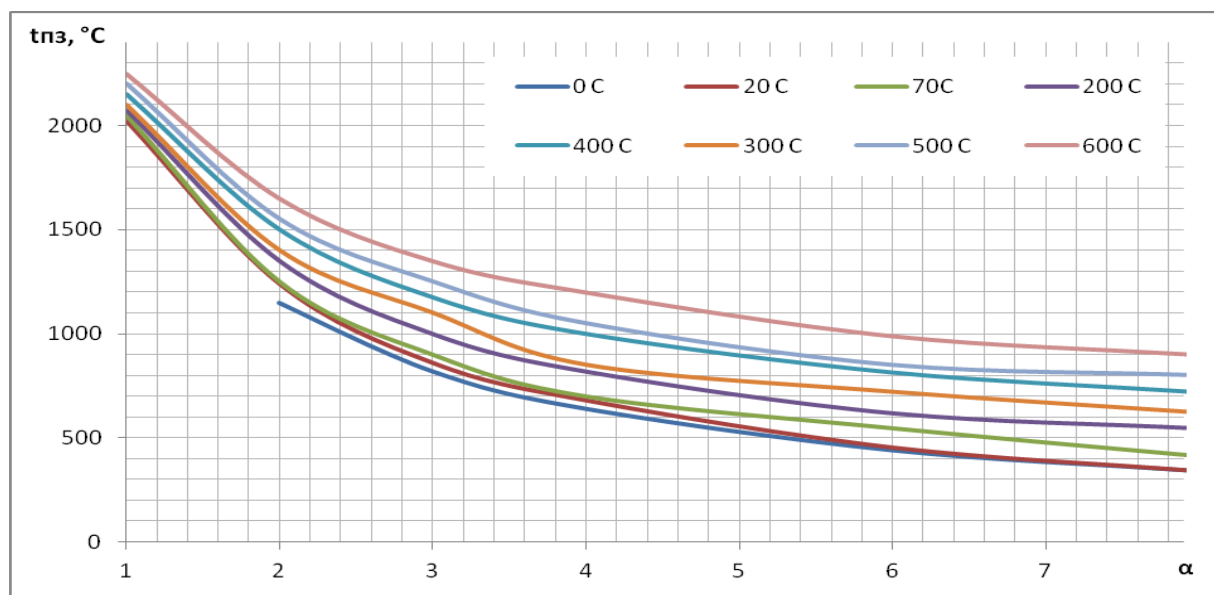
$$\begin{aligned} \frac{t_{\text{відх}}}{t_{\text{відх}}^0} = & -985,61 - 0,005 \cdot \frac{D}{D_0} + 8,09 \cdot \frac{t_{\text{жв}}}{t_{\text{жв}}^0} - 0,048 \cdot \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} + 2,03 \cdot \frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}} - 6,42 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{D}{D_0} \right)^2 - \\ & - 0,0174 \cdot \left(\frac{t_{\text{жв}}}{t_{\text{жв}}^0} \right)^2 - 0,00025 \cdot \left(\frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \right)^2 - 0,006 \cdot \left(\frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}} \right)^2 + 6,42 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{D}{D_0} \cdot \frac{t_{\text{жв}}}{t_{\text{жв}}^0} \cdot \frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \cdot \frac{N_e}{N_e^{\text{ном}}} \end{aligned} \quad (3)$$

Отримані результати розрахункового дослідження свідчить про те, що найбільший вплив на температуру відхідних газів має температура живильної



води (у всьому інтервалі зміни режимних параметрів при збільшенні температури живильної води на 10°C температура відхідних газів зростає, в середньому на 5°C). Все це пов'язано з тим, що при подачі живильної води в економайзер більш високої температури зменшується віддача тепла відхідними газами в економайзері, що призводить до збільшення температури відхідних газів.

Важливим фактором впливу на температуру відхідних газів є організація топкового режиму, а саме рівень коефіцієнту надлишку повітря. Залежність температури продуктів згорання від коефіцієнта надлишку повітря при різних температурах повітря (0°C -600°C) наведено (рис.1).



(авторська розробка)

Рис.1 Залежність температури продуктів згорання від коефіцієнта надлишку повітря при різних температурах повітря (0°C -600°C)

Для ефективної роботи котла необхідно підтримувати процес повного згорання палива при якомога низькому надлишку повітря. Одним із важливих показників, що характеризують якість робочого процесу пального пристрою є критичний коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_{кр}$, нижче якого неможливе повне згорання. Розроблена на кафедрі теплоенергетичних установок теплових і атомних електростанцій струменево-нішева технологія спалювання (СНТ) показала високу ефективність при маловитратній модернізації вогнетехнічного обладнання (ВО).

СНТ дозволяє понизити критичний коефіцієнт надлишку повітря ($\alpha_{кр}$) з 1,15-1,25 які характерні для існуючих пального пристроїв до значень 1,01-1,02. Таке зниження надлишкового повітря приведе до збільшення температури продуктів горіння у топковому просторі на 150-200°C. Інтенсивність радіаційного теплообміну визначається за законом Стефана-Больцмана:

$$E = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (4)$$

де $\varepsilon = \frac{C}{C_0}$ - відносний коефіцієнт випромінювання або ступінь чорноти сірого



тіла; С-коефіцієнт випромінювання сірого тіла.

У відповідності до цього закону зі збільшення температури продуктів згорання і сталості коефіцієнтів випромінювання значно збільшується рівень радіаційного теплообміну у топковому просторі і це в свою чергу дозволяє знизити температуру відхідних газів і кількість надлишкового повітря. Такі особливості робочого процесу пального пристрою СНТ дозволяють значно підвищити ККД вогнетехнічних об'єктів.

Також важливим є отримання екологічного ефекту при модернізації котлоагрегатів за допомогою струменево-нішевої технології. Вміст оксидів вуглецю продуктах горіння у всьому діапазоні зміни навантажень у перерахуванні на нормальні фізичні умови при коефіцієнті надлишку повітря приведеному до 1,0 не перевищує 0,008%, вміст оксидів азоту за таких умов не перевищує 112 мг/м³, що відповідає вимогам ДСТУ.

Результати випробувань різних котлоагрегатів, які були модернізовані за допомогою струменево-нішевої технології показали, що підвищення ККД котлів на 10-15% можливе для котлів типу НИИСТУ-5, Надточія і аналогічних. Конструктивною особливістю даних котлів є недостатній зйом тепла за рахунок відсутності інтенсивного конвективного теплообміну. Тому температура газів, які відходять значно перевищує 300С⁰ і може сягати 400С⁰ і більше. Внаслідок цього реальний ККД таких котлів рідко перевищує 75%. І хоча такі котли вважають морально і фізично застарілими, струменево-нішева технологія дозволяє суттєво підвищити рівень їх ефективності при відносно невеликих витратах на модернізацію.

Оптимізація аеродинамічних і термохімічних процесів в даних котлах дозволила значно зменшити коефіцієнт надлишку повітря у порівнянні з штатними пальниками завдяки збільшенню температури факела і відповідно, інтенсифікації променевих теплових потоків, що допомогло значно знизити температуру відхідних газів (більш ніж на 250С⁰). Порівняння роботи ПП СНТ з встановленими раніше на котлі подовими пальниками в котельних міст Прилуки, Чернігів, Сокаль, Горлівка, Київ показали, (всього більше 30 котлів) що витрати палива на котлах знижувалась як мінімум на 10-15%, а викиди NO_x зменшились до 121-128 мг/м³. Результати модернізації котлів НИИСТУ на основі ПП СНТ-22 зведені в (табл. 1).

Таблиця 1

Результати модернізації котлів НИИСТУ на основі ПП СНТ-22 [10]

<i>Назва параметра</i>	<i>Горлівка</i>		<i>Дніпро</i>		<i>Саки</i>	
До модернізації/після модернізації	до	після	до	після	до	після
Витрата газу, м ³ /год	52,8	44	55	50	53	48
Теплове навантаження, Гкал	0,29	0,34	0,34	0,38	0,36	0,37
Температура відх. газів	215	170	223	175	230	170
ККД, %	78	91	74	90	71	89
К-ть надлишку повітря	2,05	1,32	2,12	1,4	2,6	1,5
NO _x , мг/м ³	185	144	180	138	198	140
мг/м ³	185	144	180	138	198	140

(авторська розробка)



За результатами порівняльних випробувань ефективності роботи котлів з встановленими сучасними пальниковими пристроями типу СНГ-22 (з автоматикою управління і безпеки з їх роботою на штатних подових пальниках встановлено:

1. Пальникові пристрої СНГ працюють стійко і високоефективно по всьому діапазоні заданих навантажень (від 100 КВт до 600 КВт).
2. Пониження температури відхідних газів на 45-60°C
3. Пониження рівня емісії шкідливих викидів більш чим на 30%
4. Зниження коефіцієнта надлишку повітря на 0,72-1,1.

Результати промислових випробувань котлів НИИСТУ-5 з газовими пальниками СНГ протягом декількох опалювальних сезонів, підтвердили можливість малозатратної модернізації застарілих котлів, з переводом на низький тиск газу (котли стійко забезпечують номінальне теплове навантаження при тиску газу 40-50 мм вод.ст.) і підвищення ККД подібних котлів до 90% за рахунок вдосконалення топкового процесу.

Для модернізації сучасного водогрійного котла обраний котел КВГМ-20 з продуктивністю за теплом 20 Гкал/год. Котли цього типу мають високу ступінь екранування топкового простору, розвинуту поверхню конвективного теплообміну і працюють в умовах врівноваженої самотяги. Треба відмітити, що котли типу КВГМ мають схильність до вібраційного горіння в діапазонах теплової потужності приблизно (0,5-1) $N_{ном}$. Це значно знижує рівень їх ефективної роботи.

Із співставлення результатів випробувань, проведених до і після модернізації пальникових пристроїв, видно, що заміна штатного ротаційного пальникового пристрою вихрового типу, що був встановлений раніше на два струменево-нішових пальників типу СНГ-44 дозволила отримати наступні покращення характеристик котла КВГМ-20:

1. ККД котла в однакових умовах виріс з 90,70 до 95,32 % за рахунок зниження температури газів, які уходять на 27°C (від 125 до 98°C) і коефіцієнта надлишку повітря на 0,50 (від 1,73 до 1,23), а також повної відсутності хімічного недопалу (сліди СО)

2. Діапазон стійкого горіння у котлі значно розширений, коефіцієнт робочого регулювання K_p збільшився від 2 до 10.

3. Рівень емісії токсичних речовин, які знаходяться у межах норми.

4. Зниження аеродинамічного спротиву пальникового пристрою зумовило можливість роботи котла у режимі без вібрацій та суттєвому зниженню витрати електроенергії на привід тяго-дутьових приладів.

Висновки.

1. Аналіз показників котлів типу ТГМП-314А Київської ТЕЦ-5 дозволив встановити ступінь впливу режимів їх роботи на $t_{відх}$. Найбільш адекватною до експлуатаційних умов є квадратична залежність температури відхідних газів від основних режимних параметрів. Встановлено, що істотний вплив на рівень температури відхідних газів надає температура живильної води. Важливим фактором впливу на температуру відхідних газів є топковий режим, а саме коефіцієнт надлишку повітря.



2. Струменево-нішова технологія дозволяє понизити критичний коефіцієнт надлишку повітря ($\alpha_{кр}$) з 1,15-1,25 які характерні для існуючих пальникових пристроїв до значень 1,01-1,02. Таке зниження надлишкового повітря приводить до збільшення температури продуктів горіння у топковому просторі на 150-200°C, що значно інтенсифікує радіаційний теплообмін.

3. Впровадження пальникового пристрою СНТ при модернізації котлів малої продуктивності (0,3-0,7 Гкал/год) НИИСТУ-5, «Надточія» та ін. дозволило значно зменшити коефіцієнт надлишку повітря у порівнянні з штатними пальниками завдяки збільшенню температури факела і відповідно, інтенсифікації променевих теплових потоків. Це значно знизило температуру відхідних газів (більш ніж на 250°C); знизило витрати палива на котлах мінімум на 10-15%; при цьому зменшилися викиди NOx до 121-128 мг/м³.

4. Заміна ротаційного пальникового пристрою вихрового типу, що був встановлений раніше на два струменево-нішових пальників типу СНГ-44 дозволила отримати наступні покращення характеристик котла КВГМ-20: ККД котла в однакових умовах виріс до 90,70 до 95,32 % за рахунок зниження температури газів, які уходять на 27°C (від 125 до 98°C) і коефіцієнт надлишку повітря на 0,50 (від 1,73 до 1,23), а також практично повної відсутності хімічного недопалу (CO = 0); діапазон стійкого горіння у котлі значно розширений, коефіцієнт робочого регулювання збільшився від 2 до 10; рівень емісії токсичних речовин знаходяться у межах норми; зниження аеродинамічного спротиву пальникового пристрою зумовило можливість роботи котла у режимі без вібрацій з суттєвим зниженням витрат електроенергії на привід тяго-дутьових приладів

Список літератури:

1. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України/ заг. ред. А.К.Шидловський. Київ: Українські енциклопедичні знання, 2005. 512с.
2. He J., Zhang W. Techno-economic evaluation of thermo-chemical biomaffio-ethanol // Appl. Energy. 2011. № 4 (88). P. 1224-1232.
3. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С., Чернявський М.В., Токал О.І., Засядько Я.І. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України, Київ, ГНОЗІС. 2013. С.28
4. Термохимическая регенерация тепла дымовых газов путем конверсии биоэтанола 2013 г. Пащенко Д.И.
5. Сергиевский ЭЛ., Крылов АН., Попов С.К. Моделирование процессов тепло- и массообмена при термохимической регенерации теплоты отходящих газов // Вестник МЭИ. 2005. № 4. С. 49-54.
6. Э. Андерсон, Ю.М. Бродов, П.Н. Плотников и др. Анализ показателей надежности вспомогательного оборудования энергоблоков. Теплоэнергетика. 2011. №8. С. 2-7.
7. Н.М. Фиалко, А.И.Степанова, Г.А.Пресич, Р.А. Навродская, Ю.В.Шеренковський, О.Е.Малецкая, Г.А. Гнедаш Термодинамическая оптимизация и анализ эффективности теплоутилизационных систем котельных агрегатов. Промышленная теплотехника. 2012. №2. С.56-59



8. Фиалко Н.М., Степанова А.И., Навродская Р.А., Шеренковский Ю.В. Эффективность теплоутилизационной установки для котельных, оптимизированной различными методами. Промышленная теплотехника. 2014. Том 36 №1. С.41-46

9. Т. В. Шелешей Взаємозв'язок температури відхідних газів і техніко-економічних та екологічних показників ТЕЦ. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Харків : НТУ «ХПІ». 2018. № 11(1287). С. 32-35

10. Абдулин М.З. Применение струйно-нишевой технологии сжигания топлива в энергетических установках. «Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование», Вісник НТУ «ХПІ». 2005. №6. С.130-144.

11. Абдулин М.З., Дворцин Г.Р., Жученко А.М. Технология сжигания – определяющий фактор эффективности огнетехнических объектов. Новости теплоснабжения. 2009. №11.

12. Абдулин М.З. Энергоэффективная струйная нишевая технология сжигания газа на объектах малой и средней энергетики. Праці ІЕД НАНУ. 2006. С.83-87.

References

1. Innovative priorities of the fuel and energy complex of Ukraine / Head. ed. AK Shidlovsky. Kiev: Ukrainian Encyclopedic Knowledge, 2005. 512s.

2. No J., Zhang W. Techno-economic evaluation of thermo-chemical biomaffi-io-ethanol // Appl. Energy. 2011. No. 4 (88). P. 1224-1232.

3. Volchin IA, Dunaevskaya NI, Gaponich LS, Chernyavsky MV, Tokal OI, Zasyadko YI Prospects for the introduction of clean coal technologies in the energy sector of Ukraine, Kyiv, GNOSIS. 2013. P.28

4. Thermochemical regeneration of flue gas heat by conversion of bioethanol 2013 Pashchenko DI.

5. Sergievskin EL. Krylov AN., Popov SK. Simulation of heat and mass transfer processes in thermochemical regeneration of exhaust gas heat // Journal of MEI. 2005. № 4. P. 49-54.

6. E. Anderson, Yu.M. Brodov, PN Plotnikov, etc. Analysis of reliability indicators of auxiliary equipment of power units. Thermal power. 2011. №8. Pp. 2-7.

7. N.M. Fialko, A.I.Stepanova, GAPresich, R.A. Navrodskaia, Yu.V. Sherenkovsky, OEMaletskaia, GA. Gnedash Thermodynamic optimization and efficiency analysis of heat recovery systems of boiler units. Industrial heat engineering. 2012. №2. P.56-59

8. Fialko NM, Stepanova AI, Navrodskaia RA, Sherenkovsky YV Efficiency of heat recovery unit for boiler rooms optimized by different methods. Industrial heat engineering. 2014. Vol 36 №1. P.41-46

9. TV Sheleshei Relations between the temperature of the exhaust gases and the technical, economic and environmental performance of the TPP. Bulletin of NTU "KPI". Series: Energy and Thermal Engineering Processes and Equipment. Kharkiv: NTU "KPI". 2018, No. 11 (1287). Pp. 32-35

10. Abdulin M.Z. Application of jet-niche technology of combustion of fuel in power plants. "Energy and Thermal Engineering Processes and Equipment", Bulletin of NTU "KPI". 2005. №6. P.130-144.

11. Abdulin MZ, Dvortsin GR, Zhuchenko AM Combustion technology is a determining factor in the effectiveness of fire-fighting facilities. News of heat supply. 2009. №11.

12. Abdulin M.Z. Energy efficient jet niche gas combustion technology for small and medium-sized energy facilities. Against the IED of NAS. 2006. P.83-87.



Abstract Today, tens of thousands of boilers with efficiency below 80% are in operation in Ukraine. Such boilers operate not only in the periphery, but also in the municipal energy of large cities. Considering that there are not enough material resources to replace outdated equipment, a significant problem is their significant increase in efficiency. Reducing the exhaust gas temperature by 12-16 ° C leads to an increase in the boiler efficiency of approximately 1%.

Analysis of the performance of the boilers of the TGMP-314A type of the Kiev CHPP-5 allowed to establish the degree of influence of the operating modes on the exhaust gas temperature. The most adequate to the operating conditions is the quadratic dependence of the exhaust gas temperature on the basic operating parameters. It is found that the feedwater temperature has a significant influence on the choice of the exhaust gas temperature. But another important factor in influencing the temperature of the exhaust gases is the organization of the combustion regime, namely the coefficient of excess air.

The content of nitrogen oxides at such a power does not exceed 55 ppm (112 mg / m³) Burner SNT devices work steadily and highly efficiently throughout the range of specified loads, a decrease in the temperature of the exhaust gases; emission reductions of more than 30% were observed; a decrease in the coefficient of excess air was observed.

By comparing the results of the tests conducted before and after the modernization, the following improvements in the characteristics of the KVGM-20 boiler were obtained: the boiler efficiency in the same conditions increased due to the decrease of the leaving gas and the excess air factor, as well as the complete absence of chemical shortages. The range of steady combustion in the boiler is greatly expanded, and the operating regulation coefficient has increased. Emission of toxic substances that are within the normal range. Reduced aerodynamic resistance of the burner device made it possible to operate the boiler in the accident-free mode and significantly reduce the electricity consumption for the drive of the traction-blower devices.

Keywords: boiler, burner, flue gas temperature, excess air ratio, radiation heat exchange

Статья отправлена: 19.03.2020 г.



УДК 664.665

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF FATS ON THE QUALITY OF GLUTEN-FREE BREAD**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИРОВ НА КАЧЕСТВО БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛЕБА****Hryshchenko A.N. / Грищенко А.Н.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-0617-6918

*National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska, 68, 01601**Национальный университет пищевых технологий, Киев, ул. Владимирская, 68, 01601*

Аннотация. *Расширению ассортимента безглютеновых хлебобулочных изделий для больных целиакией уделяется значительное внимание учеными и компаниями-производителями безглютеновой продукции. Даная задача решается путем расширения перечня видов сырья, которое используют в рецептуре (продукты переработки овощей, фруктов, крупяных культур, семян разных культур). При этом недостаточно внимания уделяется разработке безглютеновых булочных и сдобных изделий. В литературных источниках практически нет исследований влияния жиров на качество безглютеновых изделий, одной из важных составляющих булочных и сдобных изделий. В данной работе изучено влияние подсолнечного и сливочного масел на качество безглютенового хлеба. Установлено что данные виды жиров можно добавлять в количестве до 9% к массе крахмалсодержащего сырья.*

Ключевые слова: *безглютеновый хлеб, масло подсолнечное, масло сливочное, качество хлеба.*

Вступление. Ассортимент безглютеновых хлебобулочных изделий постоянно расширяется благодаря использованию новых видов сырья, комбинированию сырья в одной рецептуре [2,6,10]. Многие компании, которые специализируются на производстве безглютеновых изделий, создают аналоги ржано-пшеничного хлеба, при этом, такой хлеб обычно называется «темный». В его рецептуру добавляют гречневую муку или фруктовый джем, которые придают темную окраску мякишу. К таким изделиям относят, например хлеб «Великопольский», хлеб «Боченков мультизерновой темный», «Черный Глютенекс» и др. производства компании Balviten. В состав такого хлеба также могут быть включены белковые изоляты, семена масличных культур. Что касается булочных изделий и «светлого» хлеба, то ассортимент расширяется за счет использования растительных масел, молочных продуктов, зерновых добавок, шротов, пищевых волокон, овощных порошков и пюре [3,5,7].

Постановка проблемы. Согласно данным, указанным на упаковке изделий (Balviten, Dr.Schaer, GLUTENEX, Balviten), в безглютеновые хлебобулочные изделия добавляют разные растительные масла (подсолнечное, рапсовое, оливковое). Некоторые производители указывают содержание маргарина, который в свою очередь может содержать пальмовое, кокосовое и рапсовое масла в разных пропорциях (MetaX). В одной рецептуре могут быть все из перечисленных жиров, а также сухое молоко. Соотношение данных видов сырья не указывается.

При этом, как показали результаты анализа, в ассортименте нет сдобных изделий. Возможно, это связано с тем, что срок хранения безглютеновых



изделий в упаковках [1], в специальной инертной атмосфере достаточно длительный (даже до 4 месяцев). Наличие большого количества жиров в рецептуре может привести к окислению жиров во время хранения и уменьшению сроков хранения безглютенового хлеба.

Известно, что жиры растительного и животного происхождения, гидрогенизированные жиры используют в технологии хлеба с целью улучшения его потребительских свойств, продления свежести. В основном жиры включают в рецептуру булочных изделий и сдобных. В технологии безглютенового хлеба также используют различные жиры, но по советам диетологов целесообразно использовать жиры, не содержащие транс-изомеров (масло подсолнечное и масло сливочное) [8].

В производстве хлебобулочных изделий сливочное масло практически не используется поскольку значительно удорожает готовую продукцию. Однако его используют в рецептурах некоторых диетических изделий [9].

По данным исследований учёных рекомендуется использовать в рецептуре безглютенового хлеба 3% подсолнечного масла, однако его дозировки не обоснованы [4,12].

Цель исследований. Люди, придерживающиеся безглютеновой диеты, часто используют смеси безглютеновой муки, на основе которых готовят разные виды изделий. Целью данной работы было исследование технологии булочных и сдобных безглютеновых изделий. Была поставлена задача исследовать влияние подсолнечного и сливочного масел на технологический процесс и качество безглютеновых изделий, что поможет обосновать дозировку масла в приготовлении изделий из безглютеновой муки в домашних условиях.

Материалы и методы. В работе использовали крахмалсодержащее сырьё, сахар, подсолнечное и сливочное масло производимое в Украине, а также камедь ксантана, произведенную в Китае. Показатели качества сырья отвечали нормам действующей нормативной документации. Камедь ксантана имела санитарное заключение. Для проведения пробных выпечек и определения качества готовых изделий использованы стандартные и общепринятые методики.

Результаты исследований. В качестве контрольной выбрали рецептуру в которой содержались крахмал кукурузный и картофельный, мука рисовая, дрожжи, сахар, соль, растительное масло (3%) и структурообразователь ксантан.

В опытах крахмал, муку и камеди смешивали в сухом виде непосредственно перед приготовлением теста в течение 2 мин с целью равномерного распределения структурообразующей добавки, затем в сухие компоненты добавляли дрожжевую суспензию, раствор соли и сахара, масло подсолнечное либо сливочное. Масло добавляли в количестве 3%, 9%, 15% к массе сыпучих компонентов (общее количество кукурузного, картофельного крахмала и рисовой муки). Тесто готовили безопарным способом без брожения. Выпекали при температуре 210-220 °С 25 мин. Готовые изделия оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям. Результаты исследования приведены в таблице 1.



Таблица 1

Показатели технологического процесса и качества безглютеновых изделий с жиром

Показатели	Количество масла, %					
	3		9		15	
	Расти- тель- ное	Сливо- чное	Сливо- чное	Сливо- чное	Сливо- чное	Сливо- чное
Тесто						
Влажность, %	45,0	45,1	44,9	45,1	45,0	45,0
Кислотность, в конце расстойки, град	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7
Длительность расстойки, мин	30	30	35	35	37	38
Длительность выпекания, мин	25					
Хлеб						
Кислотность, град	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Удельный объём хлеба, см³/г	2,16	1,78	1,89	1,68	1,44	1,45
Состояние поверхности, цвет	ровная, бледная , шерохо- ватая	неров- ная, бледная	ровная, гладкая, светло- кремовая	неров- ная, светло- кремовая	ровная, гладкая, кремовая	
Цвет мякиша	кремовый				желтова то кремо- вый	кремо- вый
Структура пористости	крупная неравно- мерная	средняя , равно- мерная	крупная, неравном ерная	мелкая, неравно- мерная	плохо развита, неравно- мерная	мелкая неравно- мерная
Запах и вкус	запах и вкус характерные, слабо выраженные		запах и вкус характерные, выраженные		выражен ный запах и вкус подсол- нечного масла	выражен ный запах и вкус сливоч- ного масла

Установлено, что масло подсолнечное улучшает структурно-механические свойства теста: оно легче замешивалось, не прилипало к рукам, становилось более пластичным. На наш взгляд, это обусловлено взаимодействием камеди ксантана с ацилглицеридами [11].



Жиры незначительно повлияло на длительность расстойки заготовок, что обусловлено обволакиванием клеток дрожжей и ухудшением доступа питательных веществ к клеткам. При этом кислотность теста и готовых изделий отличается незначительно, в пределах ошибки опыта.

Удельный объем изделий при увеличении дозировки жиров значительно снижается. При добавлении 15% масла подсолнечного объем формового хлеба снизился на 33 %, а при добавлении 15% масла сливочного на 18,5% по сравнению с образцами, содержащими 3% соответствующего вида жира. При этом следует отметить, что объем формового хлеба, содержащего 3% масла подсолнечного и сливочного, отличался на 18%. Это может быть связано со степенью насыщенности жирных кислот жиров растительного и животного происхождения, которые, на наш взгляд, по-разному взаимодействуют с камедью ксантана.

Следует отметить, что в результате увеличения дозировки жиров усиливается окраска мякиша изделий. Несмотря на то, что в масле растительном не содержатся белковых веществ, цвет корок стал более выраженным. Возможно, это обусловлено замедлением обезвоживания корочки изделия при выпечке, что продлевает продолжительность образования меланоидинов из аминокислот и сахаров, которые внесены в изделие с мукой и сахаром. Возможно, возникает «кипящий слой» жира в корочке, а во время выпекания происходит термическая деградация сахаров с образованием карамеланов. Однако это явление требует более детальных исследований.

Добавление масла сливочного способствует увеличению аминокислот в тесте, поэтому изделия с маслом сливочным имеют более выраженный цвет, чем изделия с подсолнечным маслом. Готовые изделия характеризуются более выраженным вкусом и запахом. При увеличении дозировки масла ощущается приятный сливочный запах, который «маскирует» запах крахмала. Цвет корочки имеет желтоватый оттенок, поскольку в изделиях с маслом сливочным происходит более интенсивно реакция меланоидинообразования, за счет внесения белков.

Жиры влияют на структуру пористости. В результате добавления масла в количестве 9% и 15% структура пористости стала мелкой, в отличие от контроля, где она была средней. В образце с добавлением 15% масла подсолнечного и сливочного наблюдалась плохая разрыхленность мякиша.

Заключение и выводы. В результате проведенных пробных выпечек было изучено влияние масла подсолнечного и масла сливочного на показатели качества хлеба безглютенового. Полученные результаты дают возможность сделать вывод о целесообразности использования исследованных жиров в количестве не более 9% к массе крахмалсодержащего сырья.

Литература:

1. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. / Ahlborn, Gene J., et al. // *Cereal chemistry* . – 2005. – V. 82(3). – P. 328-335.
2. Houben A., Höchstötter A., Becker T. Possibilities to increase the quality in



gluten-free bread production: an overview. / A. Houben, A. Höchstötter, T. Becker // *European Food Research and Technology*. – 2012. – № 235.2 . – P. 195-208.

3. Mariotti M., Ambrogina Pagani M., Lucisano M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures / M. Mariotti, M. Ambrogina Pagani, M. Lucisano // *Food Hydrocolloids*. – 2013. – Vol. 30 (1). – P. 393-400.

4. Michelle M. Moore Textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads / Michelle M. Moore, Tilman J. Schober, Peter Dockery, and Elke K. Arendt // *Cereal Chemistry*. – September/October 2004. –Vol. 81. – Number 5. – P. 567-575.

5. Sabanis D. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. / D. Sabanis, D. Lebesi, C. Tzia // *LWT-Food Science and Technology* . – 2009 – 42 (8). – P. 1380-1389.

6. Безглютеновые мучные изделия для профилактического и лечебного питания / Е.И. Зеленская, М.Н. Вишняк, Л.А. Козубаева [и др.] // *Ползуновский Альманах*. –2009. –Т.2, №3. –С. 146 –147.

7. Грищенко А.Н. Использование гречневой муки в производстве безглютенового хлеба / А.Н. Грищенко, Л.А. Михоник, В.И. Дробот // *Хранение и переработка зерна*. – 2011. – № 4. – С. 61-62.

8. Дорохович А.М. Жири, які доцільно використовувати в борошняних кондитерських виробках для дітей, що хворіють на целиацію та цукровий діабет / А.М. Дорохович, О.В. Бабіч // *Хлебопекарское и кондитерское дело*. – 2009. – № 3. – С. 10-11.

9. Лисейко К.В. Дослідження впливу цукру, жиру та яєчних продуктів на якість безглютенового хліба / К.В. Лисейко, А.М. Грищенко // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 79-ої Міжнар. наук. конф. мол. учен., асп. і студ., 15-16 квітня 2013 р.* – К. : НУХТ, 2013.– Ч. 1. – С. 167–169.

10. Технология отечественных безглютеновых изделий для лечебного и профилактического питания / Л. Кузнецова, О. Афанасьева, Н.Синявская [и др.] // *Хлебопродукты*. –2007. –№9. –С. 44 –45.

11. Филлипс Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс, пер. с англ. под. ред. Кочетковой А.А., Сарафановой Л.А.– СПб.: ГИОРД. –2006. –536 с.

12. Цуканова О.С., Кучерук З.І. Дослідження перетравлюваності вуглеводів безбілкового хліба в умовах in vitro / О.С. Цуканова, З.І. Кучерук// *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*.– 2014. – № 1. – 64-72.

References

1. Ahlborn, Gene J. et al. (2005), “Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads”, *Cereal chemistry*, Vol. 82 №3, pp. 328-335.

2. Houben, A., Höchstötter, and Becker, T. (2012) “Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview”, *European Food Research and Technology*, Vol. 235. No.2, – pp. 195-208.

3. Mariotti, M., Ambrogina Pagani, M. and Lucisano M. (2013) “The role of buckwheat and



HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures”, *Food Hydrocolloids*, Vol. 30 No.1, pp. 393-400.

4. Michelle, M. (2004) “Moore textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads”, *Cereal Chemistry*, Vol. 81. No.5, pp. 567-575

5. Sabanis D. (2009) “Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread”, *LWT-Food Science and Technology*, Vol. 42. No 8, pp. 1380-1389.

6. Zelenskaja, E.I., Vishnjak, M.N. and Kozubaeva L.A. (2009) “Bezgljutenovye muchnye izdelija dlja profilakticheskogo i lechebnogo pitaniya”, *Polzunovskij Al'manah*, 2009. Vol.2, No3, pp. 146 –147.

7. Hryshchenko, A.N., Mihonik, L.A. and Drobot V.I. “Ispol'zovanie grechnevoj muki v proizvodstve bezgljutenovogo hleba”, *Hranenie i pererabotka zerna*, Vol. 4, pp. 61-62.

8. Dorokhovych, A. M. and Babich, O.V. (2009) “Zhyry, yaki dotsilno vykorystovuvaty v boroshnianskykh kondyterskykh vyrobakh dlja ditei, shcho khvoriut na tseliakiiu ta tsukrovyi diabet”, *Khlebopekarskoe y kondyterskoe delo*, Vol.3. – p. 10-11.

9. Lyseiko, K. V. and Hryshchenko, A. M. (2013) “Doslidzhennia vplyvu tsukru, zhyru ta yaiechnykh produktiv na yakist bezgljutenovoho khliba”, *Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharchuvannia liudstva u 21 stolitti : materialy 79-oi Mizhnar. nauk. konf. mol. uchen., asp. i stud., 15-16 april, 2013*, NUKhT, Kyiv, part1, pp. 167–169.

10. Kuznecova, L., Afanas'eva, O. and Sinjavskaja, N. (2007) “Tehnologija otechestvennykh bezgljutenovykh izdelij dlja lechebnogo i profilakticheskogo pitaniya”, *Hleboprodukty*, No9, pp. 44–45.

11. Fillips, G.O. and Vil'jams, P.A. (2006), *Spravochnik po gidrokolloidam*, translated by Kochetkova, A.A. and Sarafanovoj, L.A., GIOR, SentPersBerg

12. Tsukanova, O.S. and Kucheruk, Z.I. (2014) “Doslidzhennia peretravliuvanosti vuhlevodiv bezbilkovoho khliba v umovakh in vitro”, *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, Vol.1, pp.64-72.

Abstract. Considerable attention is paid by scientists and manufacturers to the gluten-free products to expand the range of bread for patients with celiac disease. This problem is solved by expanding the list of types of raw materials that are used in the recipe (processed products of vegetables, fruits, cereals, seeds of different crops). However, not enough attention is paid to the development of gluten-free bakery products. In literary sources, there is practically no study of the effect of fats on the quality of gluten-free products, one of the important components of bakery products. In this paper, we studied the influence of sunflower and butter on the quality of gluten-free bread. The specific volume of products due to an increased dosage of fats is significantly reduced, but the color and aroma of the products improved. It was found that these types of fats can be added in an amount up to 9% by weight of starch-containing raw materials.

Key words: gluten-free bread, sunflower oil, butter, bread quality.

Статья отправлена: 19.03.2020 г.

© Грищенко А.Н.



УДК 664.663.9

**USE OF GOLDEN FLEX SEED IN THE PRODUCTION OF ORGANIC
BREAD STICKS FOR SPECIAL PURPOSES**
**ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ЗОЛОТОГО У ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНІЧНИХ
ХЛІБНИХ ПАЛИЧОК СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Bondarenko Yu.V. / Бондаренко Ю.В.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3781-5604

Bilyk O.A. / Білик О.А.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-3606-1254

Borschova O.A. / Борщова О.А.*National University of Food Technologies, Ukraine, Kyiv, Volodymyrska str., 68, 01601**Національний університету харчових технологій, Україна,**м. Київ, вул. Володимирська, 68, 01601*

Анотація. В роботі розглянуто можливість створення органічних хлібобулочних виробів зниженої вологості спеціального призначення. Об'єктом збагачення обрано хлібні палички «Грісіні», виготовлені із органічної сировини. Встановлено, що для збагачення хлібних паличок фізіологічно активними речовинами насіння льону, в їх рецептуру доцільно включати органічне насіння льону золотого в кількості до 25 % до маси борошна. Це забезпечує хороші смакові властивості виробу та підвищує його харчову цінність. Показано, що в рецептурі хлібних паличок «Грісіні», збагачених насінням льону, можливе 100 % виключення рецептурної кількості солі. Це дозволяє розширити асортимент ахлоридних хлібобулочних виробів для людей, які страждають гіпертензією, серцевою і нирковою недостатністю та широкого кола споживачів.

Ключові слова: насіння льону золотого, хлібні палички, грісіні, ахлоридні вироби, органічні харчові продукти.

Вступ. Харчування в сучасних умовах є одним з вирішальних факторів поліпшення здоров'я людини, підвищення його працездатності та подовження тривалості життя. Органічні харчові продукти – одна із важливих складових здорового харчування. Все більше людей в нашій країні робить вибір на користь такої продукції, але все ж таки її виробництво та споживання ще далеко не масове. В той час є країни, в яких споживати органічні харчові продукти це норма. Особливо це характерно для Швейцарії, яка в цьому питанні тримає світову «пальму першості». За статистичними даними в Україні ринок органічної сировини зростає з кожним роком, тому актуально розширювати асортимент органічних харчових продуктів, вироблених з неї, зокрема хлібобулочних. Поряд з цим перспективним є створення органічних хлібобулочних виробів, які збагачені фізіологічно активними речовинами рослинної сировини та задовольняють потреби певної категорії населення. Органічною сировиною рослинного походження, що може збагатити хлібобулочні вироби мінорними компонентами, білковими речовинами і вітамінами є насіння олійних культур, зокрема насіння льону.

У зв'язку з сучасними тенденціями зниження споживання солі людиною з харчовими продуктами важливо також розширювати асортимент ахлоридних органічних хлібобулочних виробів.



Аналіз сучасних досліджень за вказаною проблемою. Серед хлібобулочних виробів зі зниженою вологістю особливу увагу привертають хлібні палички. Такі вироби мають термін придатності до декількох місяців. Їх зручно брати в далекі поїздки, не побоюючись, що вони зіпсуються. Хлібні палички по ціновій категорії доступні широким верствам населення.

У виробництві хлібних паличок використовують широкий асортимент сировини для розширення смакових і ароматичних властивостей виробів. Це можуть бути приправи, кунжут, кмин. Для отримання солоних хлібних паличок збільшують дозування солі, для солодких – цукру. Також додають сушені подрібнені овочі, молочні продукти. Але спектр постійно розширюється завдяки напрацюванням науковців. Так, дослідниками праці [1] було розроблено рецептури хлібних паличок з додаванням фруктових і овочевих порошків. Застосовували порошки із яблук в оптимальному дозуванні 5% до маси борошна та із винограду, гарбуза та топінамбуру – 10 % до маси борошна. Досліджено було також можливість сумісного використання у рецептурі хлібних паличок порошків гарбуза та яблук в однаковому співвідношенні. При цьому оптимальне дозування цієї суміші становить до 7,5 %. Такі хлібні палички рекомендуються в дієтотерапії для хворих на цукровий діабет 2 типу [1]. Авторами праці [2] розроблено хлібні палички з насінням кмину, яке додають під час замішування тіста в кількості 1,5 % до маси борошна. Розроблені хлібні палички, збагачені пюре грибів гливи та харчовим казеїном. Встановлено, що внесення пюре гливи та казеїну в кількості 25 % та 7% не погіршує якість виробів та підвищує біологічну цінність [3]. Абрамов А.В., Калюжин В.М. запропонували хлібні палички зернові з додаванням гречки в кількості від 82-84 % та сої від 16- 18 %. При споживанні 100 г таких виробів задовольняється добова потреба в білках на 29 % [2].

Поряд з цим відзначено, що обмаль напрацювань щодо використання в рецептурі хлібних паличок насіння олійних культур, зокрема льону.

Зацікавленість науковцями насінням льону як сировиною для збагачення хлібобулочних виробів зумовлена наявністю в ньому таких функціональних речовин, як білки з повноцінним амінокислотним складом, есенціальні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) з переважним вмістом ліноленової (ω -3) кислоти, харчові волокна [4, 5]. Так, наприклад, близько половини нашого мозку складається з поліненасичених жирних кислот, що містяться в достатній кількості в насінні льону. Насіння льону містять лігнани, які здатні сповільнити поділ злоякісних клітин деяких пухлин [6]. Лігнани покращують функції сечової системи, допомагають запобігти запалення нирок. Вживання продуктів, збагачених насінням льону, протягом чотирьох тижнів знижує рівень холестерину в крові.

Ринок України забезпечений органічним насінням льону. Основні виробники органічного льону в Україні: ПП «Елітфіто» (науково-виробнича фірма); агрокомпанія «Зоря»; агропромислова група «Арніка»; ТОВ «Біорозторопша»; компанія органічного землеробства BIO FARM ORGANIC.

Використання хлібних паличок в якості функціональних продуктів для збагачення натуральними компонентами насіння льону, які мають високу



біологічну цінність є актуальним. Поряд зі збагаченням хлібних паличок насінням льону доцільно, щоб ці вироби мали також знижений вміст солі. Розробка нових рецептур ахлоридних хлібобулочних виробів, в тому числі зниженої вологості з заданими властивостями, що сприяють зміцненню захисних сил організму при таких захворюваннях, як ниркова та серцева недостатність, гіпертонія, остеопороз, артрити, артрози, є актуальною задачею в хлібопеченні. Вибір такої продукції в даний час обмежений, тоді як серцево-судинні захворювання лідирують по числу смертності в світі.

Таким чином є необхідність розширення асортименту хлібних паличок і підвищеної харчової цінності і ахлоридного спрямування.

Метою досліджень було встановлення впливу насіння льону золотого на якість ахлоридних хлібних паличок.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень серед асортименту хлібних паличок обрано вироби «Грісіні». Для проведення дослідження у роботі використовували органічне пшеничне борошно вищого сорту, олію соняшникову ТМ «Екород», органічне насіння льону золотого торгової марки ТОВ «Біорозторопша». Це сертифікована органічна сировина, вирощена за технологіями органічного землеробства без застосування синтетичних мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин і без використання ГМО. Дріжджі пресовані використовували ТМ «Львівські дріжджі», які не сертифіковані як органічний харчовий продукт. Їх кількість в рецептурі виробу складає 4 %, що відповідає допустимому вмісту в органічному харчовому продукті неорганічних інгредієнтів.

Тісто готували безопарним способом. Замішування тіста проводилось на лабораторному міксері «Kenwood». В усіх зразка перед додаванням у тісто насіння льону ретельно перемішувалось із борошном. Оброблення тіста здійснювали вручну. Формували тістові заготовки довжиною 10 см, шириною 2 см, товщиною 0,4 см. Остаточне вистоювання проводилось у термостаті за температури $(38 \pm 2) ^\circ\text{C}$ і відносній вологості $(78 \pm 2) \%$ 20 хв. Вироби випікали у лабораторній печі Sveba при температурі $200 ^\circ\text{C}$ 14-16 хв.

Готові вироби аналізували за органолептичними та фізико-хімічними (вологість, кислотність, намоочуваність, питомий об'єм) показниками.

Основна частина досліджень. З метою встановлення технологічно можливого оптимального дозування насіння льону для збагачення хлібних паличок «Грісіні» складовими насіння льону золотого було проведено пробне лабораторне випікання. Під час проведення досліджень тісто готували з борошна вищого сорту. Насіння льону додавали в кількості 15,0; 25,0 та 35,0 % до маси борошна. Контрольним був зразок без насіння льону.

Внесення насіння льону у рецептуру хлібних паличок «Грісіні» зумовило зміну органолептичних властивостей готових виробів, зокрема скоринка та м'якушка виробів з внесенням насіння містять помітні включення насіння, кількість яких зростає відповідно до дозування. Вироби мають приємний горіховий та попкорновий присмак. Однак, у зразку з додаванням 35 % насіння льону м'якушка містить багато включень насіння, що погіршує її еластичність та стан пористості, виріб набуває неприємного присмаку. Таким чином, для



максимально можливого збагачення насінням льону хлібних паличок «Гріссіні» є його дозування до 25 % до маси борошна.

Відомо, що сіль кухонна харчова у хлібобулочних виробках не тільки надає звичний для людини смак, але і забезпечує необхідні реологічні, структурно-механічні властивості тіста і виробів, здійснюючи вплив на формування каркасу клейковини. Виключення з рецептури солі погіршує показники напівфабрикатів і виробів: тісто стає липким, тістові заготовки розпливаються, м'якушка формується з укрупненими і товстостінними порами характеризується зниженою еластичністю через недостатнє набухання білків при його формуванні, також не утвориться хрустка скоринка. Внесення насіння льону може мати вплив на формування якості виробів без додавання солі.

Таким чином були проведені дослідження за яких контролем був виріб з додаванням 25 % до маси борошна насіння льону та 1 % солі. В дослідних зразках кількість солі було зменшено на 50 % та на всі 100 %. Результати аналізу фізико-хімічних показників наведено в таблиці 1.

Встановлено, що об'єм виробів знижується напевно внаслідок погіршення формоутримувальної здатності тістових заготовок. Намочуваність дослідних зразків теж погіршується, напевне за рахунок формування більш товстостінної структури пор, які важче просочуються ніж час намокання. Також було відзначено, що у разі зниження вмісту солі погіршується зчеплення насінин льону з тістом і тому воно знаходиться помітно на поверхні виробу.

Таблиця 1

Показники якості хлібних паличок «Гріссіні»

Показник	Контроль, 25 % насіння льону та 1 % солі	Внесено 25 % насіння льону до маси борошна	
		0,5 % солі	0 % солі
Фізико-хімічні показники			
Питомий об'єм, см³/г	3,8	3,5	3,3
Масова частка вологи, %	9,5	9,7	9,5
Кислотність, град	1,4	1,4	1,4
Намочуваність, %	5,8	5,5	5,3

За смаковими властивостями дослідні зразки звичайно відрізнялися від контрольного, оскільки мали відмінні дещо не такі виражені характеристики. Але наявність насіння льону, яке під час випікання частково підсмажується та надає приємного горіхово-попкорнового присмаку частково маскує відсутність солі. Для звичайного споживача більш прийнятним було зменшення солі на 50 % в рецептурі виробів, однак і 100 % виключення рецептурної кількості солі теж отримало схвальні відгуки дегустаторів, тому для категорій населення, які дотримуються безсолевої дієти цей виріб матиме не лише підвищену харчову цінність за рахунок наявності насіння льону, але й приємні смакові властивості.

Висновок. Таким чином, встановлено, що у рецептуру органічних хлібних паличок «Гріссіні» доцільно включати до 25 % до маси борошна органічного насіння льону. Це забезпечує хороші смакові властивості виробу та підвищує



його харчову цінність. Для розроблення ахлоридних хлібних паличок «Грісіні», збагачених насінням льону, можливе 100 % виключення рецептурної кількості солі. Це дозволяє розширити асортимент ахлоридних хлібобулочних виробів для людей, які страждають гіпертензією, серцевою і нирковою недостатністю та широкого кола споживачів.

Література:

1. Веселова А.Ю. Влияние овощных и фруктовых порошков на органолептические показатели хлебных палочек диабетического назначения / А. Ю. Веселова // Хлебопечение России. – 2014. – № 5. – С. 18–20
2. Комплексная оценка качества экструдированных продуктов функционального назначения / О. В. Абрамов, В. М. Калюжина // Нива Поволжья. – 2010. – № 2. – С. 1–6.
3. Ященко В.С. Перебіг основних процесів у тісті з білковими збагачувачами в умовах підвищеного тиску / В. С. Ященко, Л. Ю. Арсеньєва, С. В. Иванов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2013. – № 9 (106). – С. 6-9.
4. Flaxseed – a nutritional punch / P. M. Ganorkar, R. K. Jain // International Food Research Journal. – 2013. – № 20 (2). – P. 519–525.
5. Potent antihypertensive action of dietary flaxseed in hypertensive patients / D. Rodriguez-Leyva, W. Weighell, A.L. Edel, R.LaVallee, E. Dibrov, R.Pinneker, et al. // Hypertension. – 2013. – № 62. – P. 1081-1089. doi: <http://doi.org/10.1161/hypertensionaha.113.02094>
6. Touré, A. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components, and health benefits / A. Touré, X. Xueming // Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety. Institute of Food Technologists. – 2010. – № 9 (3). – P. 261–269. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00105.x>.

References:

1. Veselova A. Yu. (2014). Vliyanie ovoshnyh i fruktovyh poroshkov na organolepticheskie pokazateli hlebnyh palochek diabeticheskogo naznacheniya. Hlebopechenie Rossii, 5, 18–20.
2. Abramov O.V., Kalyuzhina V. M. (2010). Kompleksnaya ocenka kachestva ekstrudirovannyh produktov funktsionalnogo naznacheniya. Niva Povolzhya, 2, 1–6.
3. Yashenko V.S., Arsenyeva L.Yu., Ivanov S.V. (2013). Perebig osnovnih procesiv u tisti z bilkovimi zbagachuvachami v umovah pidvishenogo tisku. Hlibopekarska i konditerska promislovist Ukrayini, 9 (106), 6-9.
4. Ganorkar, P. M., Jain, R. K. (2013). Flaxseed – a nutritional punch. International Food Research Journal, 20 (2), 519–525.
5. Rodriguez-Leyva, D., Weighell, W., Edel, A. L., LaVallee, R., Dibrov, E., Pinneker, R. et. al. (2013). Potent Antihypertensive Action of Dietary Flaxseed in Hypertensive Patients. Hypertension, 62 (6), 1081–1089. doi: <http://doi.org/10.1161/hypertensionaha.113.02094>
6. Touré, A., Xueming, X. (2010). Flaxseed Lignans: Source, Biosynthesis, Metabolism, Antioxidant Activity, Bio-Active Components, and Health Benefits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9 (3), 261–269. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00105.x>



Abstract The paper considers the possibility of creating organic bakery products of low humidity for special purposes. The object of enrichment was chosen Grisini bread sticks, which were made from organic raw materials. To increase the nutritional value of bread sticks and enrich them with such physiologically functional ingredients as unsaturated fatty acids, lignans, dietary fiber, it is promising to use flax seeds. It was found that it is advisable to include organic seeds of golden flax in the formulation of bread sticks up to 25% by weight of flour. This provides good taste properties of the product and increases its nutritional value. It is shown that in the Grisini bread sticks recipe with flax seeds, a 100% exclusion of the prescription amount of salt is possible. This allows you to expand the range of salt-free bakery products for people suffering from hypertension, heart and kidney failure and a wide range of consumers.

Key words: golden flax seeds, bread sticks, grisini, achloride products, organic food products.

Стаття відправлена: 19.03.2020 р.

© Бондаренко Ю.В., Білик О.А., Борщова О.А.



УДК 519.6

**FUZZY ROBUST REGRESSION ANALYSIS, A CASE OF FUZZY
DEPENDENT VARIABLE
НЕЧЁТКИЙ РОБАСТНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, СЛУЧАЙ НЕЧЁТКОЙ
ЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ**

Gritsyuk V, I./ Грицюк В.И.*Ph.D., as. prof. / к. т. н., ассоц. проф.**ORCID: 0000-0003-3034-8174**Kharkiv Institute of State University of Telecommunications,**Kharkiv, Kooperativna street, 7, 61003**Харьковский Институт Государственного Университета Телекоммуникаций,**Харьков, ул. Кооперативная, 7, 61003*

Аннотация. Классический метод наименьших квадратов чувствителен к выбросам и другим отклонениям от основных исходных данных. В данной работе нечеткая робастная регрессия исследуется, когда x – чёткие и Y – треугольное нечеткое число, и выбросы присутствуют в наборе данных.

Благодаря проведенным исследованиям достигнута минимизация негативного влияния выброса на модель. Из-за усовершенствования расчетов весовой матрицы упрощен расчет параметров и выбор модели для нечеткой робастной регрессии.

Ключевые слова: робастная регрессия, нечёткая регрессия, функция принадлежности, взвешенный метод нечётких наименьших квадратов

Введение

Если статистическая процедура нечувствительна к большим ошибкам в данных, то она называется робастной. В таких случаях предпочтительнее применять робастные методы наименьших квадратов. Нечёткий регрессионный анализ – нечёткий тип классического регрессионного анализа, который используется для нахождения функционального соотношения между зависимыми и независимыми переменными при нечётких событиях. Нечёткие робастные регрессионные методы были успешно применены к различным проблемам, таким как предсказание и инженерия [1]. В работе был развит объединённый метод робастного и нечёткого метода наименьших квадратов, когда x – чёткие и Y – треугольное нечеткое число, и выбросы присутствуют в наборе данных.

Возникла необходимость уменьшить влияние выбросов на модель. Объединенный метод робастного и нечеткого метода наименьших квадратов позволит определить выбросы. Также необходимо усовершенствовать расчет параметров и выбор модели для нечеткой робастной регрессии.

Материал и результаты исследований робастной регрессии, нечёткой регрессии, нечёткой робастной регрессии, результаты моделирования

В работе для параметров нечёткой робастной регрессии оценки стандартизированных отклонений вычисляются через весовую матрицу и проверка гипотез применяется для параметров. Приводятся робастные методы и метод нечёткой регрессии обсуждается. Проверка гипотез проведена для LS-метода, М-методов – Хьюбера, Хампеля, Андрюса, Тьюки, Ψ -функции, FRR-метода и сравниваются численные результаты проверки гипотез.



Робастные методы

М-оценивание основано на принципе замены квадратов остатков, используемых в оценке МНК, другой функцией остатков, получая:

$$\min_{\theta} \sum_{i=1}^n \rho(r_i), \quad (1)$$

где ρ является симметричной функцией с минимумом в нуле, свойства которой приведены ниже. Дифференцируя сумму уравнения (1) по коэффициенту β_j и приравняв частные производные к нулю, получаем:

$$\sum_{i=1}^n \psi\left(\frac{r_i}{d}\right) x_{ij} = 0, \quad j = 1, 2, \dots, p, \quad (2)$$

$$\psi(t) = \rho'(t), \quad r_i = y_i - \sum_{j=1}^p x_{ij} \hat{\beta}_j, \quad (3)$$

где ψ – производная от ρ , x_i – вектор-строка объясняющих переменных i -го наблюдения. Решая систему 'p' нелинейных уравнений, получаем М-оценку.

W-функция (весовая функция) для любого ρ определяется как

$$\omega(t_i) = \frac{\psi(t_i)}{t_i}. \quad (4)$$

Стандартизированные остатки $t_i = \frac{r_i}{d}$. В случае если r_i – остаток i – го наблюдения,

$$d = \frac{\text{median}|r_i|}{0,6745}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Взвешенный метод наименьших квадратов (WLS) получаем, используя W-функции в МНК. Полученные оценки – взвешенные оценки. Взвешенные оценки вычисляются, решая уравнения, где W – диагональная квадратная матрица, у которой диагональные элементы – веса:

$$\hat{\beta} = (X^T W X)^{-1} X^T W y. \quad (6)$$

Когда данные содержат выбросы, требуются робастные меры ковариации.

Ковариации оцененных робастных коэффициентов регрессии являются квадратными корнями из диагональных компонентов матрицы $(p \times p)$ размерности:

$$\frac{\frac{d^2}{n-p} \sum (\psi(t_i))^2}{\left(\frac{1}{n} \sum \psi'(t_i)\right)^2} (X^T X)^{-1}, \quad (7)$$

где ψ' – производная от ψ [2,3].



Новое представление ψ -функции. Новое представление ρ -функции предложено в семействе гладко сниженных (smoothly redescending) М-оценок [4]. Благодаря повышенной эффективности ψ -функция, связанная с этой ρ -функцией, имеет большую линейность в центральной части по сравнению с другими ψ -функциями – синусом Андруса, бивейтом Тьюки и бета-функцией Кадира. Многократно взвешенный (reweighted) метод наименьших квадратов (IRLS) [5] на основе предложенной ρ -функции обнаруживает выбросы и уточняет наличие выбросов при последующем анализе. Метод дает улучшенные результаты во всех ситуациях, способен выдержать значительное количество выбросов.

Предлагаемая ψ -функция [4] приведена ниже.

$$\psi(t) = \begin{cases} \frac{2t}{3} \left(1 - \left(\frac{t}{a} \right)^4 \right)^2, & \text{if } |t| \leq a, \\ 0, & \text{if } |t| > a, \end{cases} \quad (8)$$

где a – константа настройки для i -ого наблюдения, переменная t – остатки, шкалированные MAD, ρ – функция, которая соответствует ψ -функции, приведенной выше, удовлетворяет стандартным свойствам. Они связаны с обоснованной целевой функцией.

Нечёткий регрессионный анализ

Треугольные нечёткие числа определяются как $X = (m, \underline{m}, \overline{m})$, где m – центральная величина, $\underline{m}, \overline{m}$ – левый и правый разбросы.

Когда $X_i = (x_i, \underline{\xi}_i, \overline{\xi}_i)$ и $Y_i = (y_i, \underline{\eta}_i, \overline{\eta}_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$ – треугольные нечёткие числа, регрессионная модель даётся уравнением:

$$Y = a + bX, \quad (9)$$

где a, b – чёткие числа.

Для $i = 1, 2, \dots, n$, когда x_i четкое и $Y_i = (y_i, \underline{\eta}_i, \overline{\eta}_i)$ – треугольное нечёткое число, нечёткая регрессионная модель

$$Y = A + xB, \quad (10)$$

где $A = (a, \underline{\alpha}, \overline{\alpha})$, $B = (b, \underline{\beta}, \overline{\beta})$ – нечёткие параметры.

Параметры оцениваются через уравнение, которое представляет нечетких наименьших квадратов проблему оптимизации:

$$\text{Minimize } r(A, B) = \sum d(A + x_i B, Y_i)^2 \quad (11)$$

Нечёткий робастный регрессионный анализ

Для многомерной модели параметры оцениваются из уравнения:

$$\text{Min } r(A, B_1, B_2, \dots, B_P) = \sum d(A + B_1 x_{1i} + \dots + B_P x_{Pi}, Y_i)^2.$$



Медиана определяется по отношению к абсолютным величинам остатков, и расстояния D_i вычисляются:

$$D_i = \|abs(r_i) - median(abs(r_i))\|, i = 1, 2, \dots, n,$$

где $\| \cdot \|$ – евклидово расстояние [6].

Функция принадлежности определяется как:

$$\mu(r) = \begin{cases} 1, & |r| \leq a \\ \frac{b - |r|}{b - a}, & a < |r| < b \\ 0, & \text{otherwise}, \end{cases} \quad (12)$$

где $a = median(D_i)$, $b = max(D_i) + d$,

$$d = \frac{median|r_i|}{0,6745}, \quad W = diag(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$$

Из уравнения (12) определяется функция принадлежности, определяются величины функции принадлежности, и построена весовая матрица. Весовая матрица – диагональная матрица, у которой диагональные элементы величины функции принадлежности. Взвешенные оценки нечётких наименьших квадратов определяются через полученную весовую матрицу. Если $|\hat{\beta}^{k+1} - \hat{\beta}^k| < \varepsilon$, тогда остановиться, иначе вернуться к вычислению $\hat{y}_i$ и r_i . Функция ψ определяется по отношению к весовой функции [7] для нечеткой робастной регрессии (FRR):

$$\psi = \begin{cases} |r|, & |r| \leq a \\ \frac{|r|b - |r|^2}{b - a}, & a < |r| < b \\ 0, & \text{otherwise}. \end{cases} \quad (13)$$

Численный пример

Рассматривается пример, содержащий 13 наблюдений, три независимых переменных и одну зависимую переменную [8] и производится проверка гипотез для параметров. Восьмое наблюдение является выбросом. М-методы и метод нечёткой робастной регрессии исследуются на примере. Представлены оценки регрессионных коэффициентов и ковариации оцененных коэффициентов. Видно, что ковариации для Ψ -функции М-метода меньше ковариаций для соответствующих параметров других М-методов. Для примера с набором данных, содержащим 13 наблюдений и 3 независимых переменных для $\alpha = 0.05$ t величина равна 2.262. Для каждого параметра вычисленные величины выше, чем эта величина t. Поэтому мы отклоняем нулевую гипотезу с уровнем значимости α . В соответствии с этим все параметры значимы.



Здесь y_i : тепло, выделяющееся в калориях на грамм цемента; x_{i1} : количество трикальция алюмината; x_{i2} : количество трикальция силиката; x_{i3} : количество тетракальциевого алюмоферрита; x_{i1}, x_{i2}, x_{i3} измеряются в процентах от веса клинкеров, из которых был изготовлен цемент.

Теперь применяем эту модель для анализа влияния состава Portland цемента на выделение тепла во время отверждения. Значения η_i предполагаются автором.

Определены оценки регрессионных коэффициентов и стандартизированные ковариации коэффициентов.

Ковариации для оцененной нечёткой робастной регрессионной модели получены через робастную ковариацию, определенную в уравнении (9).

Обсуждение результатов исследования робастной и нечеткой регрессии, результаты моделирования

Разработан объединенный метод робастной и нечеткой регрессии (FRR) для случая, когда независимые переменные чёткие, а зависимая переменная – симметричное треугольное нечёткое число. Нечеткая робастная множественная регрессия робастна для оценивания нечеткой регрессионной модели и при существовании выбросов. Это является достоинством разработанного метода. С помощью этого метода автоматически определяются выбросы. Весовую матрицу получаем с помощью того, что каждое наблюдение включается в оценку регрессионной модели в зависимости от степени принадлежности.

Минимизировано воздействие выброса на модель. Достоинство заключается в нахождении наблюдений для дальнейшего изучения. В результате проведенных исследований отклоняется нулевая гипотеза с уровнем значимости α . В соответствии с этим все параметры рассмотренной модели значимы. Благодаря модификациям в расчетах весовой матрицы упрощен расчет параметров и выбор модели для нечеткой робастной регрессии.

Нечёткие робастные регрессионные методы успешно применяют в различных областях: экономике, связи, астрономии, метеорологии.

Выводы

В результате проведенных исследований осуществлён анализ известных методов; разработан объединенный метод робастной и нечеткой регрессии (FRR) для случая, когда независимые переменные чёткие, а зависимая переменная – симметричное треугольное нечёткое число.

Для случая, когда зависимые переменные нечёткие получены результаты моделирования по сравнению методов Хьюбера, Хампеля, Тьюки, Андрюса, ψ -функции, МНК и с применением разработанного объединенного метода робастной и нечеткой регрессии. Сделана проверка гипотез для параметров, где восьмое наблюдение является выбросом. Оценки регрессионных коэффициентов и ковариации оцененных коэффициентов представлены в работе. Для примера с набором данных, содержащим 13 наблюдений и 3 независимых переменных для $\alpha = 0.05$, $t = 2.262$. Для каждого параметра вычисленные величины выше, чем эта величина t . Поэтому отклонена нулевая



гипотеза с уровнем значимости α . В соответствии с этим все параметры значимы. Нечеткий робастный регрессионный метод помог определить выбросы. Таким образом, минимизировано возможное негативное влияние выброса на модель и по сравнению с другими М-методами.

Усовершенствован расчет параметров и выбор модели для нечеткой робастной регрессии.

Литература:

1. Kao C., Chyu C. L. Least-squares estimates in fuzzy regression analysis / C. Kao C., CL Chyu // *Eur J Operational Res.*– 2003.– Vol. 148.–P. 426–35.
2. Jana Nowakova , Miroslav Pokorny, Fuzzy Linear Regression Analysis /Jana Nowakova, Miroslav Pokorny// *12th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems, The International Federation of Automatic Control* . Velke Karlovice, Czech Republic .-2013.- P.245-249.
3. Hampel F. R., Ronchetti E. M., Rousseeuw P. J., Stahel W. A. Robust statistics. F. R. Hampel, E. M. Ronchetti, P. J. Rousseeuw , W.A. Stahel //New-York: John-Willey & Sons.– 1986.
4. Asad A. A. Modified M-Estimator for the Detection of Outliers / A, Asad, , M. F. Qadir // *Pakistan Journal of Statistics and Operation Research*–2005.–Vol. 1.– P. 49–64.
5. Alma Ö. G. Comparison of Robust Regression Methods in Linear Regression / Ö. G. Alma // *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, –2011. –Vol. 6, Issue 9, P.409–421
6. Sanli K., Apaydin A. The fuzzy robust regression analysis, the case of fuzzy data set has outlier / K. Sanli, A. Apaydin// *G. U. Journal of Science* 17.–2004.–P.71-84.
7. Sanli K., Apaydin A. Hypotheses testing for fuzzy robust regression / K. Sanlı, A. Apaydin / *Chaos, Solitons and Fractals*,.–2009.- Vol. 42, 2129–2134.
8. Xu R., Li C. Multidimensional least-squares fitting with a fuzzy model / R. Xu, C. Li // *Fuzzy Sets Systems*– 2001.–Vol. 119.– P. 215–238.

Abstract. The classical least squares method is sensitive to outliers and other deviations from the basic initial assumptions. Fuzzy robust regression explored, when x –are crisp and Y –is a triangular fuzzy number, and in case of outliers exist in the data set.

Due to the carried out researches the minimization of the negative impact of the outliers on the model has been achieved. Due to the improvement in the calculation of the weight matrix, the calculation of the parameters and the choice of the model for the fuzzy robust regression were simplified.

Keywords: robust regression, fuzzy regression, membership, the weighted method of fuzzy least squares.



УДК 004.93

PATIENT EYE TRACKING COMPUTER SYSTEM КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА СТЕЖЕННЯ ЗА ОЧИМА ПАЦІЄНТА

Solomin A.V. / Соломін А.В.*PhD, as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-5226-8813

Kornienko G.A. / Корнієнко Г.А.**Getun G.V. / Гетун Г.В.***PhD, as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3317-3456

Kovalenko M.V. / Коваленко М.В.*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",**Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут**імені Ігоря Сікорського», Київ, пр-т Перемоги, 37, 03056*

Анотація. В роботі пропонується алгоритм створення каналу спілкування для паралізованих хворих із втратою мови. Розглядається використання методів гістограм напрямлених градієнтів, технологій нейронних мереж, ансамблю вирішальних дерев регресії для локалізації ключових точок та очей на обличчі пацієнта з метою стеження за їх станом в реальному часі, що може сприяти можливості спілкування з ним.

Ключові слова: паралізований пацієнт, канал спілкування, HOG, нейронні мережі, ключові точки, орієнтири.

Вступ. Актуальними в наш час є технології, що покращують якість життя пацієнтів з різними формами інвалідності. Особливо це стосується випадків втрати мови, тобто головного засобу спілкування, при обтяженні обмеженою рухливістю. У цих ситуаціях будь-які засоби спілкування набувають неабиякого значення.

В роботі пропонується один з варіантів створення каналу спілкування з хворим за допомогою комп'ютерного алгоритму стеження в реальному часі за його обличчям і очима. Розроблене спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє аналізувати зображення з відеокамери, співставляючи його за так званими дескрипторами з шаблоном типового обличчя, ідентифікувати відповідні контрольні точки-орієнтири і визначати рухи та положення, наприклад, повік очей. Останні можуть виконувати функцію передавача деяких сигналів спілкування, у тому числі, наприклад, термінового виклику медичного персоналу.

Основний текст. Метою роботи є побудова комп'ютерної системи для стеження за положенням обличчя і очей паралізованих пацієнтів, що може сприяти створенню каналів спілкування з ними.

Задача відноситься до класу систем розпізнавання образів. Обличчя та його деталі повинні розпізнаватись на фоні різних сцен, але сприяючим фактором є можливість навчання (тренування) системи.

Базовим алгоритмом розпізнавання обрано метод гістограм напрямлених градієнтів (histogram of oriented gradients, HOG) – спеціальних дескрипторів, що вважається наразі одним із найбільш перспективних для задач такого типу [1].



Головною процедурою методу є умовне розділення зображення на невеликі клітини, визначення напрямів градієнтів яскравості пікселів в них та використання множини цих напрямів як вектора ознак, що несе інформацію про форму і вигляд об'єкта. Точніше в кожній клітині визначається гістограма напрямів градієнтів, і саме вона слугує складовою вектора ознак. Переваги методу ґрунтуються на тому, що напрями градієнтів, тобто розташування локальних тіньових зон, пов'язані з рельєфом поверхні об'єкта (обличчя), який найкраще визначає його індивідуальність. Окрім того, зміна умов освітлення несуттєво впливає на розташування тіньових зон, а отже на дескриптори напрямів градієнтів.

Найчастіше зараз цей метод застосовується для виявлення конкретних обличч у натовпі, пошуку автомобілів і т.ін. В даній роботі він слугує базовим алгоритмом співставлення обличчя пацієнта з усередненим шаблонним образом, в якому визначені ключові точки – орієнтири, і таким чином отримання інформації про положення обличчя і локалізацію орієнтирів.

У якості програмного засобу в роботі застосовано реалізацію бібліотеки Dlib на мові програмування Python, алгоритми якої використовують метод гістограм напрямлених градієнтів для пошуку обличчя на цифровому зображенні. Отримання зображень з веб-камери у режимі реального часу та їх попередня обробка здійснюється з використанням бібліотеки cv2.

На першому етапі ці зображення із простору кольорів RGB переводяться у чорно-білий простір GRAY. Таке перетворення позитивно впливає на ефективність подальших алгоритмів обробки.

Наступними кроками є послідовна передача чорно-білих зображень на вхід функцій `get_frontal_face_detector` та `shape_predictor` бібліотеки Dlib. Комбінація цих двох функцій у результаті дає змогу отримати інформацію про поточні координати обличчя та зокрема про координати ключових точок – орієнтирів обличчя [2].

Алгоритм виділення цих точок побудований на засадах методів HOG, технологій нейронних мереж, ансамблю вирішальних дерев регресії. Алгоритм попередньо навчався (тренувався) на навчальних наборах помічених вручну ключових точок на зображеннях, що оточують кожну частину обличчя. В результаті визначення положення ключових точок відбувається достатньо надійно.

За орієнтири зазвичай приймаються: рот, права брова та ліва брова, праве та ліве око, ніс, щелепа. Використаний в даній роботі алгоритм визначає локалізацію 68-и ключових точок (рис.1).

Результатом роботи алгоритму є масив пронумерованих міток з відповідними координатами їх розташування. Після цього досить просто визначити положення частин обличчя та відстані між орієнтирами.

Наприклад, з рис.1 видно, що важливими є групи точок 36-41, та 42-47, які відповідають за праве та ліве око.

Маючи координати точок з цих груп, можна вирахувати відстані між ними. Ідея полягає у тому, що відстані між крайньою лівою та крайньою правою точкою ока (точки 36:39 та 42:45) залишаються майже незмінними незалежно



від того, чи відкриті в людини очі чи ні. А відстані від середньої верхньої точки ока до середньої нижньої точки (у нашому випадку це середнє арифметичне між координатами точок 37-38:41-40 та 43-44:47-46) змінюються, коли людина закриває очі.

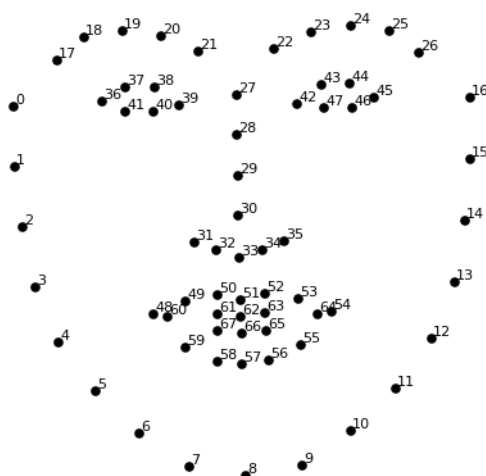


Рис. 1. Локалізація 68-и ключових точок – орієнтирів обличчя

Можна провести з'єднуючі лінії між відповідними ключовими точками на очах (рис.2).



Рис. 2. Скріншот працюючої програми

Порівнюючи співвідношення між довжинами горизонтальних та вертикальних ліній, можна визначити, відкриті чи закриті очі у людини на зображенні у кожен момент часу. Коли очі відкриті це співвідношення становить 3-4, збільшення його свідчить про закривання очей пацієнта.

Висновки. В роботі запропоновано реалізацію варіанту створення каналу спілкування для пацієнтів з втратою мови, обтяженою обмеженням рухливості. Застосовано комп'ютерні алгоритми локалізації ключових точок – орієнтирів на обличчі в режимі реального часу.

Слід зазначити, що отримані результати, а саме можливість локалізації очей, можуть бути корисними при застосуванні іншої запропонованої авторами технології [3] – визначення положення зіниць, що сприяє створенню каналу спілкування за іншими принципами.

Література:

1. W. T. Freeman, M. Roth. Orientation histograms for hand gesture recognition. Intl. Workshop on Automatic Face and Gesture-Recognition, IEEE Computer Society, Zurich, Switzerland, pages 296–301, June 1995.



2. G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. IJCV, 60(2):91-110, 2004.

3. Соломін А.В., Корнієнко Г.А., Коваленко М.В. Автоматизована система стеження за зіницями очей // Біомедична інженерія і технологія. – 2020, №3. - С.25-29. DOI: 10.20535/2617-8974.2020.3.195134

References:

1. W. T. Freeman, M. Roth. Orientation histograms for hand gesture recognition. Intl. Workshop on Automatic Face and Gesture-Recognition, IEEE Computer Society, Zurich, Switzerland, pages 296–301, June 1995.

2. G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. IJCV, 60(2):91-110, 2004.

3. Solomin A.V., Kornienko G.A., Kovalenko M.V. Avtomatyzovana systema stegennja za zynycjamy ochej [Automated eye operation monitoring system] in *Biomedychna ingeneria i technologia* [Biomedical engineering and technology], N3, pp. 25-29
DOI: 10.20535/2617-8974.2020.3.195134

Abstract. The paper proposes an algorithm for creating a communication channel for paralyzed patients with speech loss. Being considered the use of histogram of oriented gradients techniques, neural network technologies, and a regression tree ensemble to locate key points and eyes on a patient's face to monitor their condition in real time, which may facilitate communication with him.

Key words: paralyzed patient, communication channel, HOG, neural networks, key points, landmarks.

Стаття надіслана: 03.03.2020 р.

© Соломін А.В.



УДК 681.513.68:622.24.054.33

DETERMINATION OF MODELS OF NORMATED AUTO-CORRELATION FUNCTIONS AS A CHARACTERISTICS OF STOCHASTIC PROCESSES WHICH HAPPEN WHEN THE BORING**ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛЕЙ НОРМОВАНИХ АВТОКОРЕЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ ЯК ХАРАКТЕРИСТИК СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПРИ ПОГЛИБЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН**

Zvarych H. / Зварич Г.Г.

ORCID: 0000-0002-7866-542X

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatskaya, 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, 76019

Анотація. У статті розглядається коло питань, пов'язані з експериментальними оцінками статистичних характеристик випадкових процесів у системі управління процесом буріння нафтових і газових свердловин. Основна увага приділяється визначенню математичних моделей нормованих автокореляційних функцій. На основі оброблення поточної інформації, що міститься у реалізаціях випадкових сигналів. Виявлено можливості оцінки точності апроксимації експериментальних моделей за допомогою методів комп'ютерного моделювання і програми Curve Expert.

Ключові слова: автокореляційна функція, модель, стохастичні процеси, буріння свердловин, коефіцієнт кореляції, стандартна похибка.

Вступ. Буріння нафтових і газових свердловин вважається важливою складовою сегмента економіки UPSTREAM, що суттєво впливає на всі сторони його діяльності. До ключових факторів, які визначають розвиток цієї сфери, належить об'єднання можливостей автоматизованих систем керування технологічними процесами, інформаційних технологій і комп'ютерно-інтегрованої техніки для вирішення задач оптимізації буріння свердловин відповідно до світового стратегічного розвитку Industry 4.0. У зв'язку з цим постає важливе питання розробки практично придатних методів одержання адекватних моделей процесу буріння свердловин, як об'єкта керування, що розвивається у часі за умов апіорної та поточної невизначеності щодо його параметрів і структури під впливом факторів, які недосяжні для вимірювань. Найчастіше такі моделі мають вигляд диференціальних або алгебраїчних рівнянь.

Основний текст. Підвищення вимог до ефективності технологічного процесу буріння нафтових і газових свердловин диктує необхідність подальшого удосконалення системи автоматизованого управління. Важлива роль у статистичних задачах управління належить кореляційним функціям керувальних дій, показників процесу буріння, збурювальних дій та ін. При синтезі автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП) необхідність в оцінках кореляційних функцій є практично на усіх етапах – від передпроектного аналізу до введення в експлуатацію [2÷6]. Завдання, які вирішуються, наведені на рис. 1.

Окрім класичної автокореляційної функції для центрованого сигналу, що володіє ергодичністю [6]:



$$R_{xx}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t)x(t+\tau)dt, \quad (1)$$

де $2T$ – довжина реалізації; τ – кореляційний зсув між миттєвими значеннями сигналу $x(t)$, при розв'язанні ряду практичних задач як характеристики стохастичних процесів використовуються уявні автокореляційні функції

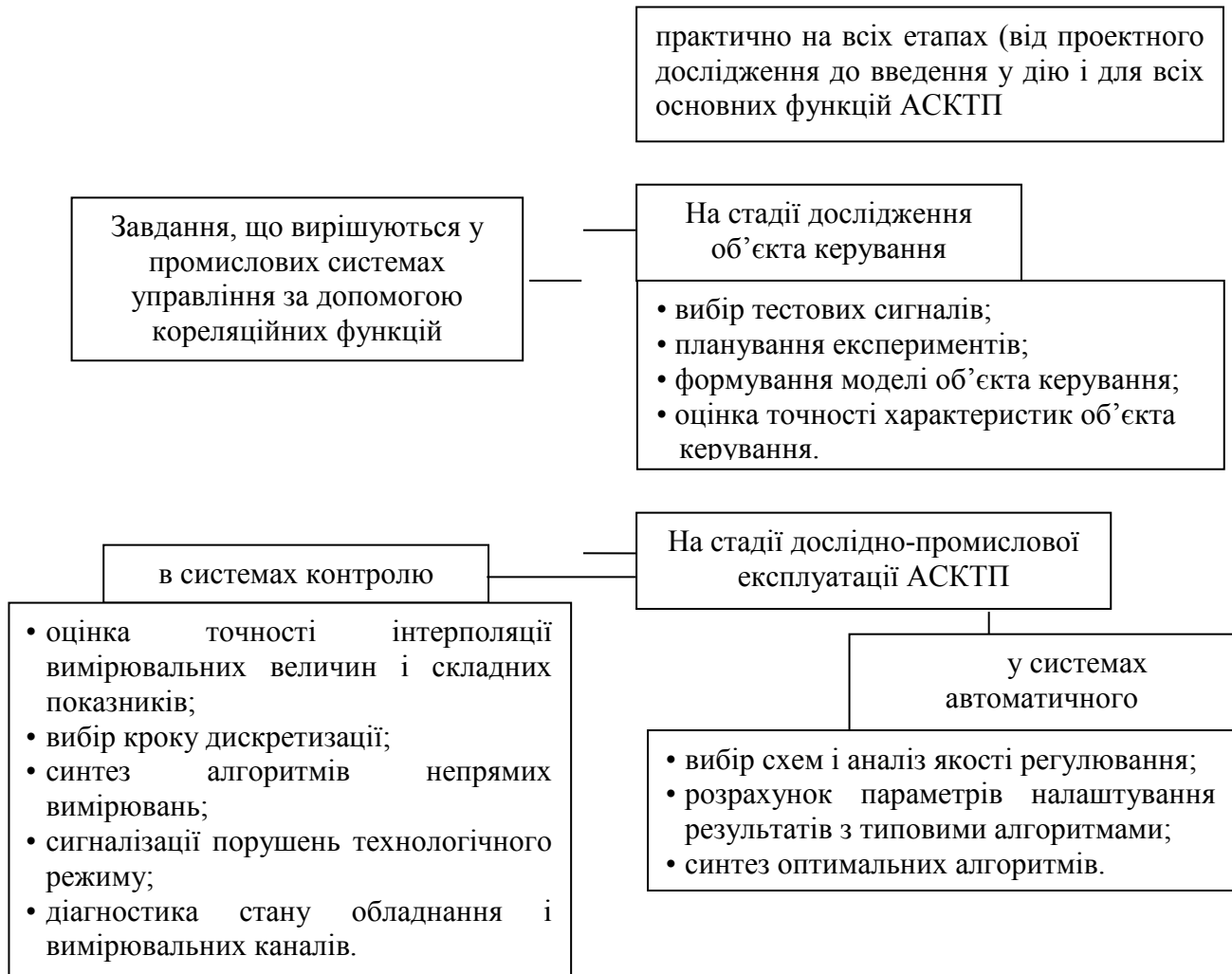


Рис. 1. Завдання, що вирішуються в промислових системах управління за допомогою кореляційних функцій

$$R_{xx}^*(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x^*(t)x(t+\tau)dt, \quad (2)$$

модуль автокореляційної функції

$$M_{xx}(\tau) = \sqrt{[R_{xx}(\tau)]^2 + [R_{xx}^*(\tau)]^2}, \quad (3)$$

і кореляційні фазові кути

$$\varphi_{xx}(\tau) = \arctg \frac{R_{xx}^*(\tau)}{R_{xx}(\tau)}. \quad (4)$$

Тут $x^*(t)$ – випадковий процес, ортогональний вихідному випадковому процесу $x(t)$, що отримується із $x(t)$ шляхом перетворення Гільберта [20] $\left(\frac{1}{n} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t)}{s-t} dt \right)$, де s – оператор Лапласа; $-T \leq t \leq T$ – інтервал, на якому задано



стаціонарний випадковий сигнал $x(t)$.

Значення дійсної й уявної авто кореляційно функції визначаються при однакових значеннях τ . Якщо реалізація є дискретною часовою послідовністю $K(1\Delta t), K(2\Delta t), \dots, K(i\Delta t), \dots, K(k\Delta t)$, отримана через рівні проміжки часу Δt , то інтеграл (1) можна замінити сумою [2,4]:

$$R_{xx}(\tau) = R_{kk}(k \cdot \Delta t) \approx \frac{1}{n-k} \sum_{i=1}^{n-k} K^{\circ}(i\Delta t) K^{\circ}(i\Delta t + k\Delta t), \quad (5)$$

де $K^{\circ}(t) = K(t) - m_k$ – центровані значення; n – кількість значень змінних, які враховані при обчисленні автокореляційної функції; $k\Delta t$ – дискретний аргумент автокореляційних функцій; i – номер значення змінної, яка використовується при обчисленні автокореляційних функцій.

Для отримання достовірної інформації про властивості випадкового сигналу довжину реалізації T_p і інтервал дискретності Δt вибрано з умов [5]:

$$T_p \geq (10 \div 20) T_{н.ч.}, \quad (6)$$

$$\Delta t \leq 0,5 T_{в.ч.}, \quad (7)$$

де $T_{н.ч.}$ та $T_{в.ч.}$ – періоди відповідно найнижчої та найвищої гармонійних складових випадкового сигналу.

Для осьового зусилля P на долото:

Для визначення нормованої автокореляційної функції скористались пакетом Matlab. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для осьового зусилля на долото $R_{pp}(\tau)$, наведено на рис. 2.

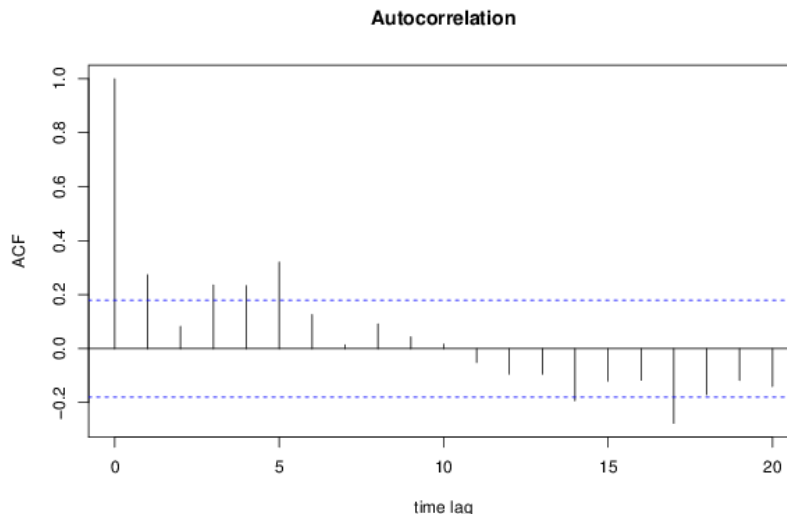


Рис. 2. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для осьового зусилля P на долото

Графік отриманої автокореляційної функції підтверджує, що досліджуваний процес $K(t) = p(t)$ є стаціонарним і ергодичним.

Для одержання рівняння автокореляційної функції скористаємось програмою CurveExpert. Ввівши значення, які були розраховані, отримуємо різні рівняння з різною похибкою і різним коефіцієнтом кореляції. Із множини рівнянь вибираємо ExpCos, яке забезпечує коефіцієнт кореляції 0,837 з стандартною похибкою апроксимації 0,154 (рис. 3).



$y = D * \exp(-a * x) * \cos(b * x)$		Name	ExpCos
		Kind	Regression
		Family	Custom
		Equation	$y = D * \exp(-a * x) * \cos(b * x)$
		# of Indep. Vars	1
		Standard Error	0.154477
		Correlation Coeff. (r)	0.837327
		Coeff. of Determination (r^2)	0.701116
		DOF	19
		AICC	-78.334988

Parameters	
Name	Value
a	8.894359059188007E-01
b	1.482223492541839E-05

Рис. 3. Рівняння нормованої автокореляційної функції для осевого зусилля P на долото з використанням програми CurveExpert

Отже, рівняння автокореляційної функції має вигляд експоненціально-косинусної функції:

$$R_{KK}(\tau) = D \cdot e^{-a(\tau)} \cdot \cos b\tau. \quad (8)$$

З такими параметрами: $a=0,889$; $b=0,000015$. Тоді рівняння (8) матиме вигляд:

$$R_{KK}(\tau) = 6.643 \cdot e^{-0.889(\tau)} \cdot \cos 0.000015\tau.$$

Аналогічно для інших даних.

Для струму I :

Для визначення нормованої автокореляційної функції скористались пакетом Matlab. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для струму I наведено на рис.4

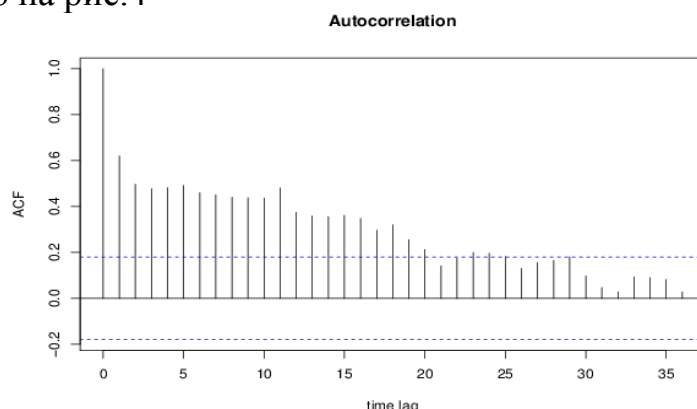


Рис. 4. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для струму I

Графік отриманої автокореляційної функції підтверджує, що досліджуваний процес $K(t) = I(t)$ є стаціонарним і ергодичним.

Для одержання рівняння автокореляційної функції скористаємось програмою CurveExpert. Із множини рівнянь вибираємо Exponential, яке забезпечує апроксимацію з коефіцієнтом кореляції 0,992 і стандартною похибкою 0,052 (рис. 5).

Отже, рівняння автокореляційної функції має вигляд експоненціальної функції:

$$R_{KK}(\tau) = a e^{b\tau}. \quad (9)$$

З такими параметрами: $a=1,033$; $b=-0,0214$. Тоді рівняння (9) матиме вигляд:



$$R_{KK}(\tau) = 1.033e^{-0.0214\tau}$$

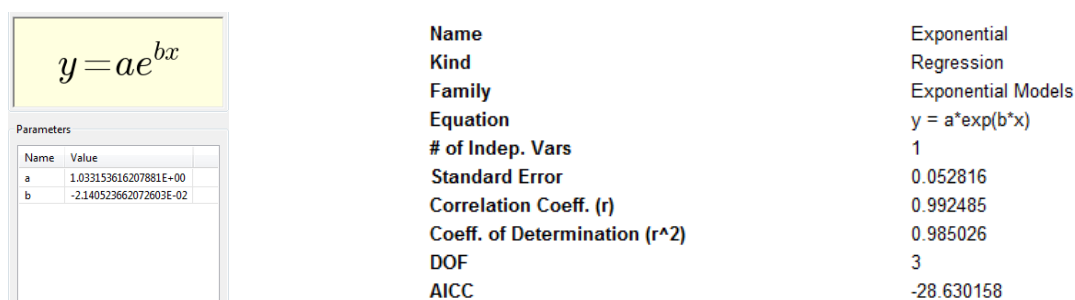


Рис. 5. Рівняння нормованої автокореляційної функції для струму I при використанні CurveExpert

Для потужності N :

Для визначення нормованої автокореляційної функції скористались пакетом Matlab. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для потужності $R_{NN}(\tau)$ наведено на рис. 6.

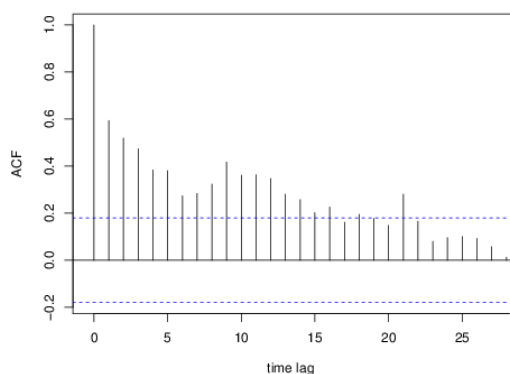


Рис. 6. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для потужності N

Отже, досліджуваний процес $N(t)$ є стаціонарним і ергодичним. Для одержання рівняння $R_{NN}(\tau)$ скористалися програмою CurveExpert і вибрали рівняння Exponential з коефіцієнтом кореляції 0,984 і стандартною похибкою апроксимації 0,083 (рис. 7).

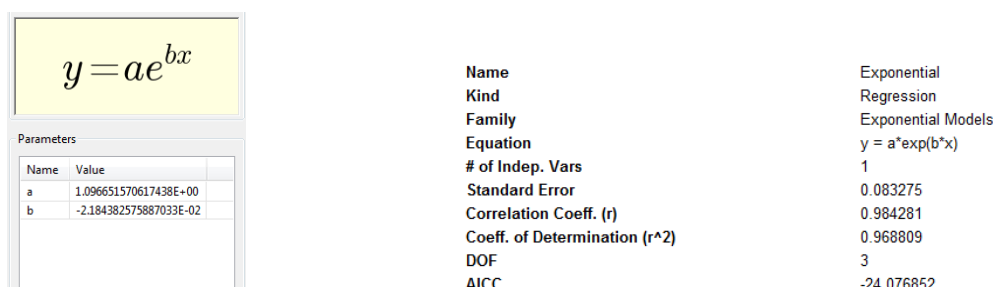


Рис. 7. Рівняння нормованої автокореляційної функції для потужності N при використанні CurveExpert

Отже, рівняння автокореляційної функції має вигляд експоненціальної функції з такими параметрами: $a=1,097$; $b=-0,0218$. Тоді рівняння (94) матиме вигляд:



$$R_{KK}(\tau) = 1.097e^{-0.0218\tau}.$$

Для механічної швидкості буріння V_M :

Для визначення нормованої автокореляційної функції скористались пакетом Matlab. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для механічної швидкості буріння $R_{V_M V_M}(\tau)$ наведено на рис. 8.

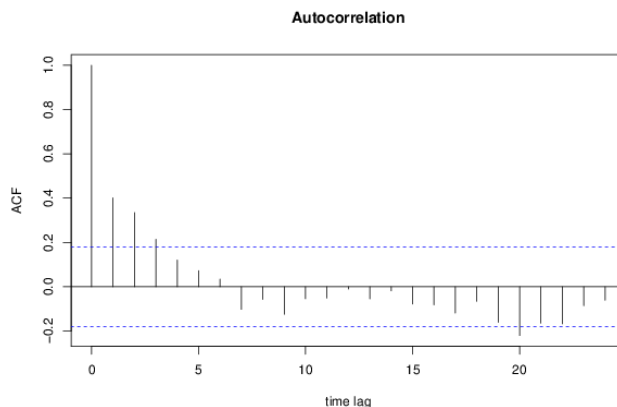


Рис. 8. Графічне зображення нормованої автокореляційної функції для механічної швидкості буріння V_M

Бачимо, що досліджуваний процес $V_M(t)$ є стаціонарним і ергодичним. Рівняння $R_{V_M V_M}(t)$ отримали за допомогою програми CurveExpert. Вибрали рівняння ExpCos з коефіцієнтом кореляції 0,910 і похибкою апроксимації 0,105 (рис. 9).

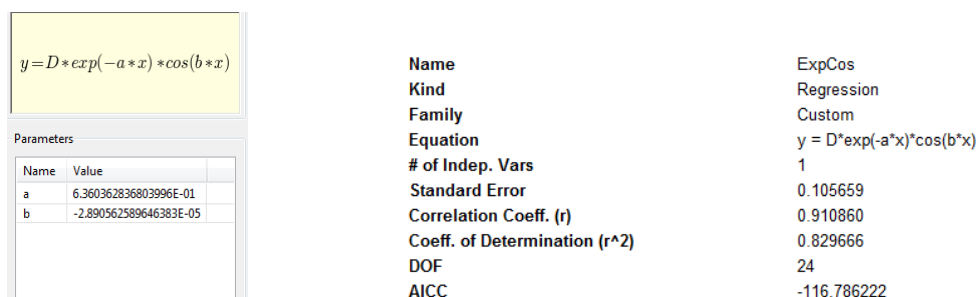


Рис. 9. Рівняння нормованої автокореляційної функції для механічної швидкості буріння V_M при використанні CurveExpert

Із теорії випадкових функцій відомо, що якщо, наприклад, вхідна $P(t)$ і вихідна $N(t)$ змінні лінійної динамічної системи з функцією передавання $W(s)$ є стаціонарними випадковими функціями, то їх пов'язує рівняння Вінера-Хопфа [6].

$$R_{PN}(\tau) = \int_0^{\infty} K(\tau_1) R_{PP}(\tau - \tau_1) d\tau_1, \quad (10)$$

де $R_{PN}(\tau)$ – взаємна кореляційна функція між вхідними $P(t)$ і вихідна $N(t)$ сигналами; $R_{PP}(\tau - \tau_1)$ – автокореляційна функція вхідного сигналу; $K(\tau_1)$ – імпульсна перехідна функція, яка однозначно визначає шукану функцію передавання

$$W(s) = \int_0^{\infty} K(\tau_1) e^{-s\tau_1} d\tau_1. \quad (11)$$



Отже, задача полягає у пошуку на основі відомої реалізації випадкового процесу авто кореляційної функції осьового зусилля на долото $R_{PP}(\tau)$ і взаємної кореляційної функції осьового зусилля на долото і потужності $R_{PN}(\tau)$ та у рішенні інтегрального рівняння (10) відносно імпульсної перехідної функції і визначення $W(s)$ із рівняння (11).

Висновки. У статті було розглянуто: умова ергодичності досліджуваних випадкових процесів по відношенню до автокореляційної функції, оскільки, як видно з графіків нормованих автокореляційних функцій, $\lim_{\tau \rightarrow \infty} R_{xx}(\tau) \rightarrow 0$; для розв'язання прикладних задач керування технологічним процесом буріння свердловини використовуються математичні моделі автокореляційних функцій типу Exponential та ExpCos; отримані моделі автокореляційних функцій використовуються для ідентифікації амплітудно-фазової функції $W(j\omega)$ об'єкта керування на засадах фільтру Вінера-Хопфа або відомого співвідношення між спектральними щільностями вхідного $S_x(\omega)$ і вихідного сигналів $S_y(\omega)$: $S_y(\omega) = \{W(j\omega)\}^2 S_x(\omega)$.

Література:

1. Мислюк М.А., Зарубін Ю.О. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі: навчальний підручник. Івано-Франківськ: Екор, 1999. 496 с.
2. Горбійчук М.І., Кропивницька В.Б. Моделювання ідентифікація процесу заглиблення свердловин // Науковий вісник ІФНТУНГ, №1. 2004. С.7-9.
3. Чигур Л.Я., Семенцов Г.Н. Концептуальна математична модель процесу буріння нафтових і газових свердловин долотами нового покоління як об'єкт контролю і керування // Вісник Хмельницького нац.ун. Техн.науки, № 3. 2010. С.72-78.
4. Чигур Л.Я., Семенцов Г.Н. Синтез інформаційних моделей для ідентифікації та контролю технічного стану озброєння доліт нового покоління // Нафтогазова енергетика, № 1(12). 2010. С.102-105.
5. Демчина М.М., Процюк В.Р., Шекета В.І. Моделювання нафтогазової предметної області на основі фреймово-продукційного підходу // Збірн. наук. пр. нац. гірн. ун., № 36. 2011. Т.1. С.98-105.
6. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: [навч. посібн.]. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2010. 610 с.

Abstract. The article deals with a range of issues related to the experimental estimation of the statistical characteristics of random processes in the system of oil and gas well drilling. The main focus is on the definition of mathematical models of normalized autocorrelation functions. Based on the processing of current information contained in realizations of random signals. Possibilities of estimation of accuracy of approximation of experimental models with the help of methods of computer modeling and the program Curve Expert have been revealed.

Keywords: autocorrelation function, model, stochastic processes, well drilling, correlation coefficient, standard error

Стаття відправлена: 12.03.2020 р.

© Зварич Г.Г.



THE INNOVATION CYBERACMEOLOGY – INFORMATION TECHNOLOGY OF DESIGNING IS AND HUMAN-COMPUTER COMPLEXES

ІННОВАЦІЙНА КІБЕРАКМЕОЛОГІЯ - ІННОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЛЮДИНО-КОМП'ЮТЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Antonov V.M. / Антонов В.М.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

37, Peremohy ave., Kyiv 03056

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сикорського» Проспект Перемоги, 37, Київ 03056

Abstract. The studying purpose is that the basic components of IS as appropriate AWP/HCC: factual, cyberacmeology and hybrid. IS, which based on these AWP/HCC are software - technical and functional cyberacmeology technology product, which uses the corresponding module for providing direct access to distributed databases, factual knowledge and meta- knowledge database models, methods and goals.

Key words: innovation, cyberacmeology, information, technology, designing, human-computer complexes

The main characteristics of modern IS are: an object-oriented approach, hypermedia interface, the presence of "pattern" software and hardware, the implementation of virtual, neural, grade and Grid-technologies, working with computer knowledge and objective knowledge, business planning, support for Internet, Web - 2/3 and so on. Analysis of recent research and publications that examined the solving of this problem shows that there are issues, which are related to the quality and functional design of the corresponding IC components [1-11].

Cyberacmeology - the modeling science of the development and improvement of creative individuality (personality) methodology for obtaining new knowledge about the person, their computer display and using in order to achieve new desires. As soon as it's a new science, we consider its basic components that characterize every kind of science. **Objects of science** - a human, models and methods of creating architectonic for creative self-development of human, as a person on the evolutionary path of artistic maturity, by introducing mathematical acme systems, based on the basic principles of science, as cybernetics, acmeology, synergy, behaviorism, cognitive science and more. **Cyberacmeology conception** found on the abilities, individuality, talents and modeling of computer tools of modern information technology (IT) by reaching acme - points of human knowledge in different areas and situations and presenting models of phylo and onto-genesis of man as cyberacmeology information system (IS). **Cyberacmeology principles** - a structure of subjective experience and it's based on SIT, forming auto creativity, constructing his inner world of communication and chat with other intellectual synergetic and cognitology personality etc. **Cyberacmeology methods** are widely used in the design of AWP or human-computer systems, software or technology of the criteria performance, accuracy, reliability, timeliness, probability of correct and timely solving of problems, human safety, degree of automation, expense, profitability, ergonomics, performance, and others.



This science focuses on computer mapping abilities in principle - each person has his or her AWP, which is responsible only to him and receive further development of its participation. The following is a review and study human-computer systems or AWP and principles, which reflected in their different abilities and all the people.

Cyberacmeological AWP - is a human-computer system for simulation of the talents and abilities of the individual by reaching acme-point human in different areas and situations. He has the ability to resource modeling capabilities personality, development and improvement of its artistic personality through the appropriate of physiological laws of life. AWP of this type has many varieties that are described below. **Creative** AWP reflect the dominant feature of the creative professional. Designing of AWP for the individual is based on the following specific principles: cognitive science, synergy, acmeology etc., that is being developed specialized shell (software-technical and functional and technological) that will allow flexible dynamic (preferably genetic) to create mode, which requires AWP specialist based on the concept of so-called synergy-cognitology acme-AWP with appropriate software and integrated technological and functional libraries. **Hybrid** AWP - AWP type, which includes: cyberacmeological-cognitology, cognitological-synergistic, synergistic-cognitological-acme-AWP, creative acme-AWP, intellectual-distance, genetic cyberacmeological, fuzzy cyberacmeological, intellectual and interactive online clustering. They reflect some human characteristics and the using of other AWP features with appropriate properties, which are necessary for it. Many of these are individual AWP. Among them personally-specialized, they are designed for solving individual tasks (functions) of a single professional, who needs to work individually in real time and independently. That is targeted to best reflect the specificities of particular functions and provide the required service personal service. Most are not suitable for programming the expert who uses the AWP to "keyboard" forming queries to a regulated and unregulated information in real time and integration decisions made (eg, managers, economists, doctors, journalists, linguists, etc.). Individual AWP - such as sensor, screen and visuals are local experts who make decisions in the strategic scale and can, depending on the type of individual query form on the monitor (screen) prompt, retrospective and predictive information as regulated information. During the conferences, scientific and technical seminars, workshops, business meetings conference calls information for the knowledge base AWP pre-prepared in the form of information and displays on the screen upon request on-line or strictly regulated times. And researching that is designed to analyze the characteristics and features of objects problem. This is due to the choice of effective solutions of problems and recommendations for reconfiguring or upgrading.

The results of the designing process are analyzed to determine the current status of AWP and the decision on their accuracy. Each process creates a set of challenges that will be addressed in AWP. The distribution of steps and design problems in the process of developing AWP schematically depicted in the figures. Their design for the complete structure of AWP can be performed cyclically due to various changes in requirements and adding some features of future professional AWP. To describe the process intermediates we use document templates process, protocol distribution



responsibilities for the task of designing, planning and script developer AWP design.

Features of cyberacmeological methods for building AWP: as mentioned earlier, a new type of human-computer systems - cyberacmeological AWP, designed for users to help them view specific suggestions and recommendations for a particular query individual personal type. A new cyberacmeological method was developed for solving all these problems, the object of which is the person who gives cyberacmeological system the required analyzing information regarding their identity and receives recommendations that affect the behavior of this man, and adapting new solutions and recommendations, based on decision or recommendation of any changes made the cyberacmeological systems provide methods for solving the face of specific problems and recommendations for achievement the acme-points. A person can put recommendations into practice, then change its behavior cannot implement, and its behavior will remain the same, but cannot change their own behavior under the influence of recommendations cyberacmeological system and under the influence of environmental factors, psychological factors and so on. In addition, a person may change their target installation (for example, instead of professional success wish to improve health).

Conclusion.

We consider a new approach, which is based on cyber-acmeological method of constructing human- computer systems or AWP, focused on individual characteristics (personality) of human that gives new opportunities to analyze existing systems. The systems are built on the concept of this method and confirm the importance and relevance of certain new concepts cyberacmeological capable of taking into account the personal characteristics of multidisciplinary professional level and destination, particularly creative (creative) thinking composition. The innovative technology of designing information systems based on the concept of cybernetic theory acmeology and cyber - behavioral approach to designing human- controlled computer systems or workstations cognitological-biotechnological systems using computer information technology in supporting the process of making optimal management decisions.

Literature

1. Антонов В.М. Інтелектуально-математичний менеджмент: кіберакмеологічні концепції. – К.: КНТ. - 2007. – 528 с.
2. Антонов В.М. Інтелектуальні АРМ. – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2000. – 158 с.
3. Антонов В.М. Модернізація податкової служби. Моделі. Методи, АРМ. – К.: КНТ. - 2006. – 220 с.
4. Антонов В.М. АРМ економіста, фінансиста, менеджера. – К.: таксон. – 1998. – 120 с.
5. Антонов В.М. Системи підтримки прийняття рішень. – К.: ВПЦ «Київський університет». - 1998. – 61 с.
6. Антонов В.М., Антонова-Рафі Ю.В. Кібернетична акмеологія: теорія та практика моделювання, акселерації та розвитку людини. – Київ: - КНТ. - 2011. – 280 с.
7. Антонов В.М. Кібернетична акмеологія: технологія розвитку та



удосконалення Людини. – Монографія. К.: ВПЦ «Київський ун-т». - 2011. 290 с.

8. Антонов В.М. Кібернетична акмеологія і тестологія гармонійної акмеологічної особи: технології, методики колективно-індивідуального комп'ютерного тестування та діагностики. – **Довідник**. – К. – 2013. – ВПЦ «Київський університет». – 255 с.

Статья отправлена: 20.03.2020 г.

© Антонов В.М.



УДК 504.45:556.114+574.64

ISSUES OF METHODOLOGICAL SUPPORT FOR MONITORING EMERGENCY TOXIC POLLUTION OF TRANSBOUNDARY RIVERS ВОПРОСЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА АВАРИЙНОГО ТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

Predeina L. M. / Предеина Л. М.*c.ch.s., Scientific secretary/Уч. секретарь . / к.х.н., уч. секретарь**Hydrochemical Institute, Rostov on Don, av. Stachki, №198, 344090**Гидрохимический институт, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, №198, 344090***Khorugaja T. A./ Хоружая Т. А.***d.b.s., Chief researcher / д.б.н., гл.науч. соуп.**Hydrochemical Institute, Rostov on Don, av. Stachki, № 198, 344090**Гидрохимический институт, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, №198, 344090**Hydrochemical Department of IWP RAS, Rostov-on-Don, av. Stachki,**№ 198,344090**Гидрохимический отдел ИВП РАН, Ростов-на-Дону, пр. Стачки**№198, 344090*

Аннотация. Показана возможность оценки токсического загрязнения рек по результатам химического анализа состава аварийного загрязнения, расчета превышений ПДК веществ с учетом классов их опасности. Предложена шкала оценки токсического загрязнения рек по химическим показателям, с учетом классификации качества воды, используемой в мониторинге поверхностных вод суши в Российской Федерации. Обоснована перспективность использования биотестирования для более оперативной и реальной оценки токсичности воды и донных отложений рек по сравнению с химическим анализом. На примере сопредельных территорий Российской Федерации и Республики Беларусь обозначен ряд проблем трансграничного мониторинга в части методического обеспечения.

Ключевые слова: поверхностные воды суши, реки, аварийное токсическое загрязнение, химические методы анализа, биотестирование, трансграничный мониторинг

Вступление.

Современные представления о трансграничном мониторинге включают решение таких задач как развитие единой методической базы мониторинга загрязнения поверхностных вод суши (ПВС), повышение оперативности оценки при трансграничном аварийном загрязнении, согласование планирования мероприятий по анализу масштабов загрязнения и его последствий.

Повышение качества оценки состояния и загрязнения природной среды на территориях государств, сопредельных с Российской Федерацией (РФ), является одним из главных пунктов Программы Союзного государства «Развитие системы гидрометеорологической безопасности Союзного государства» на 2017-2021 гг.

Проблема аварийного загрязнения трансграничных участков поверхностных водных объектов затрагивает межгосударственные отношения и может привести к конфликтам. Актуальность проблемы определяется также тем, что доля аварийного загрязнения в общем объеме экологических нарушений в настоящее время достигает по экспертным оценкам 25-30 %, а вероятность аварий, в том числе техногенных, существует постоянно, и даже растет по мере развития промышленности и антропогенного воздействия на



окружающую среду [1].

Аварийное загрязнение отличается кратковременностью воздействия загрязняющих веществ (ЗВ) при их высоких и чрезвычайно высоких концентрациях в начальный период. Особую опасность для водной экосистемы представляют токсичные вещества, входящие в состав загрязнения, в связи с чем первоочередной задачей становится оценка токсичности воды и донных отложений ПВС (ПВС) в аварийный период. Как показывает анализ современных подходов, для этого могут быть применены две разные технологии:

- химический анализ содержания веществ, известных как токсичные и особо опасные для водной экосистемы;
- биотестирование интегральной токсичности воды и донных отложений на тест-объектах-гидробионтах.

Задаче использования химических показателей и биотестирования в условиях аварийного загрязнения ПВС посвящены лишь единичные публикации [2, 3], причем вопросы оперативности и применения их для трансграничного мониторинга в них не рассматривались. В настоящей работе были поставлены две задачи: провести анализ возможностей использования химических методов и биотестирования в оперативной оценке аварийного токсического загрязнения и изучить реальные проблемы трансграничного мониторинга рек на примере сотрудничества России и Беларуси.

Основная часть

Возможности оценки токсического загрязнения по химическим показателям. Можно предполагать, что результаты химического анализа концентраций ЗВ, токсичность которых известна и установлена в процессе разработки ПДК, могут быть использованы для оценки токсического загрязнения на основе традиционных принципов суммирования превышений ПДК ЗВ, например, согласно [4]. Однако, в таком подходе не учитываются классы опасности ЗВ. То же относится к рыбохозяйственному нормированию и к системе оценки уровня токсического загрязнения, предложенной в Украине Л. П. Брагинским [2]. Нами разработана шкала оценки токсичности воды при аварийном загрязнении (**табл. 1**), в которой учтены классы опасности ЗВ и критерии высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ соответственно), установленные документами Росгидромета [5]. За основу взята шкала, разработанная нами ранее [3], дополненная в соответствии с современными представлениями и нормативами качества воды по загрязненности. Критерии ВЗ и ЭВЗ содержат данные по превышению ПДК для приоритетных ЗВ. Так, например, если максимальное разовое содержание веществ 1-го или 2-го классов опасности превысит нормативы ПДК в 3–5 раз, загрязненность воды считается соответствующей ВЗ, а более чем в 5 раз – ЭВЗ; для веществ 3-го или 4-го классов превышение от 10 до 50 раз соответствует ВЗ, а более чем в 50 раз – ЭВЗ.

Биотестирование в оценке токсического загрязнения. Методы биотестирования близки по назначению к методам химического анализа загрязненности: оба подхода характеризуют воздействие на водную



экосистему, в обоих случаях объектом анализа являются пробы воды и донных отложений. Однако, в отличие от химических методов биотестирование не является строго количественным методом, а оценки токсичности носят экспертный характер.

Таблица 1

Оценка токсичности и загрязненности природных вод по критерию превышения ПДК загрязняющих веществ различных классов опасности

Ранг токсичности или загрязненности	Уровень токсичности пробы воды	Сумма превышений норматива ПДК ($\sum_{ЗВ}$) для классов опасности ЗВ		Уровень общего загрязнения по УКИЗВ. (ВЗ и ЭВЗ по химическим показателям) *
		превышение ПДК	классы опасности	
1	Условно нетоксичная	отсутствует	1-2 3-4	условно чистая
2	Слабо токсичная	отсутствует $\sum_{ЗВ} = 1-2$ ПДК	1-2 3-4	слабо загрязненная
3	Токсичная-очень токсичная	$\sum_{ЗВ}$ менее 3 ПДК $\sum_{ЗВ}$ более 2 ПДК, менее 10 ПДК	1-2 3-4	загрязненная-очень загрязненная
4*	Высоко токсичная	$\sum_{ЗВ} = 3-5$ ПДК $\sum_{ЗВ} = 10-50$ ПДК	1-2 3-4	грязная-очень грязная; (ВЗ) *
5*	Экстремально токсичная	$\sum_{ЗВ}$ более 5 ПДК $\sum_{ЗВ}$ более 50 ПДК	1-2 3-4	экстремально грязная; (ЭВЗ)* экстремально грязная; (ЭВЗ)*
Примечание. * ВЗ и ЭВЗ устанавливают по максимальным разовым концентрациям ЗВ разных классов опасности [5]. Для ВЗ особо выделены нефть и нефтепродукты, фенолы, соединения меди, железа, марганца, для которых нижняя граница превышения ПДК составляет не 10, а 30 раз.				

Биотестирование природных вод позволяет получить характеристику интегральной токсичности проб воды и донных отложений в ходе токсикологического эксперимента, причем при небольших по сравнению с химическим анализом финансовых затратах. При авариях, когда загрязненность может резко возрасти до уровня ВЗ и даже ЭВЗ, высокая токсичность обнаруживается уже в первые часы эксперимента, что позволяет оперативно получить результат острого токсического действия (ОТД) путем использования практически любых биотестов. Результаты экспресс-биотестирования используют для скрининга ОТД воды или донных отложений, как сигнальную информацию, которая может служить для планирования программы химической идентификации ЗВ в аварийной ситуации. Ускорить получение данных о токсичности воды обследуемого водного объекта можно путем использования тест-объектов, гидробионтов с чистого участка реки. Это устраняет этап лабораторного культивирования тест-объектов и стресс от помещения их в природную воду с другим гидрохимическим составом и обеспечивает получение более надежных результатов, применимых для конкретного водного объекта.



Некоторые методические проблемы трансграничного мониторинга.

Опыт специалистов ФГБУ «Гидрохимический институт» по анализу состояния трансграничных ПВС на территории России по данным режимных наблюдений за многолетний период, а также исследования по Программе Союзного государства позволили подвести некоторые итоги, касающиеся методического обеспечения работ по анализу загрязненности рек на сопредельных территориях. К итогам относится анализ эколого-токсикологического состояния трансграничных рек, расположенных в бассейне Днестра и Западной Двины, выделение наиболее напряженных по антропогенной нагрузке участков рек, где есть вероятность аварий, а также анализ методов, используемых обеими странами.

Выявлены различия в методических подходах к оценке загрязненности и экологического состояния рек, в составе ЗВ, уровне загрязненности и эколого-токсикологическом состоянии. Отмечена незначительная частота превышения ПДК в воде российской части, а также относительно благополучное состояние рек на территории Республики Беларусь по химическим и гидробиологическим показателям. К сожалению, биотестирование в мониторинге не используется ни российской, ни белорусской стороной. Решение задачи применения биотестирования намечено на ближайшее время.

Заключение

Показаны возможности оценки токсического загрязнения на основе химического анализа и биотестирования. Разработана шкала оценки токсического загрязнения при аварийном загрязнении, основанная на современных представлениях и нормативах качества воды, в которой учтены классы опасности приоритетных загрязняющих веществ. Сделано заключение, что при авариях, когда загрязненность воды может стать очень высокой, с помощью практически любых биотестов могут быть оперативно получены данные по острому токсическому действию этой воды на гидробионтов. Эти результаты подходят для скрининга токсичности и могут послужить сигнальной информацией для планирования программы химической идентификации состава загрязнения. Для повышения оперативности биотестирования предлагается использовать тест-объекты из природных популяций гидробионтов, обитающих в обследуемой реке.

Итоги работ авторов по Программе «Развитие системы гидрометеорологической безопасности Союзного государства» на 2017-2021 гг. позволили выявить различия трансграничного мониторинга рек в бассейне Днестра и Западной Двины, касающиеся методических подходов и методов оценки уровня загрязненности и эколого-токсикологического состояния рек, а также выделения наиболее напряженных участков, где есть вероятность аварийного загрязнения.

Литература:

1. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности. Обеспечение безопасности, методы оценки рисков, мониторинг. М., 2002. С. 208.
2. Брагинский Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных



экосистем по уровням токсической загрязненности //Гидробиологический журнал, 1985, №6, с. 65-73.

3. Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Страдомская А.Г. Химические показатели в оценке токсического загрязнения Нижнего Дона //Метеорология и гидрология, 2002, № 11, С. 68-74.

4. Правила охраны поверхностных вод (Типовые положения). - М., Госкомприрода СССР, 1991 г., 33 с.

5. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений в пунктах государственной наблюдательной сети за состоянием и загрязнением водных объектов.

Abstract Predeina L.M., Khorugaja T.A. Methodological support for monitoring of emergency toxic pollution of transboundary river

The possibilities of assessing toxic contamination on the basis of chemical analysis and bio-testing are shown. A scale of assessment has been developed based on modern perceptions and standards of water quality, which takes into account hazard classes of priority pollutants. It is concluded that in case of accidents water contamination can become very high, and with the help of practically any biotests data on acute toxic effect of water on hydrobionts can be quickly obtained. These results are suitable for toxicity screening and will serve as signaling information for planning a pollution composition identification program. It is proposed to use test objects from natural populations of the surveyed river, which will increase the speed of obtaining data.

The results of the work under the Program "Development of the hydrometeorological safety system of the Union State" revealed differences in methodological approaches, methods of assessing pollution and ecological-toxicological state of rivers used in both States.

Статья подготовлена в рамках Программы Союзного государства
«Развитие системы гидрометеорологической безопасности Союзного
государства» на 2017-2021 гг.

© Предеина Л.М.



УДК 332.2:332.3

LAND SERVICE AND ITS INSTALLATION ЗЕМЕЛЬНИЙ СЕРВІТУТ ТА ЙОГО ВСТАНОВЛЕННЯ

Titova S.V/ Тітова С.В.

c.g.s., as.prof. / к.з., доц.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9250-805X>

Remyga Y./Ремига Ю.

student, 2 year, master/студент, 2 курс, магістр

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

просп. Академіка Глушкова, 2а, м. Київ, 03127, Україна/

Taras Shevchenko National University of Kyiv,

ave. 2a Academic Glushkov, Kyiv, 03127, Ukraine

Анотація. У статті на основі обґрунтованих методологічних положень представлено особливості підстав встановлення та припинення сервітутів для їх практичного застосування. Розкрито зміст сервітутів у системі обмежень і відмежовано сервітуту від способів легітимного встановлення меж права власності.

Ключові слова: земельний сервітут, користування, сервітуарій, власник, земельна ділянка.

Вступ. Питання сервітутних відносин стає все більш проблемним з позиції його дослідження. Інститут сервітуту успадкований з римського права. В різні історичні періоди ставлення до нього було неоднозначним. Обмеженість земельних ресурсів і постійне зростання потреби в земельних ділянках давно потребують від науки вироблення таких дій, які б мінімізували суперечки, зберігаючи, з одного боку, наявне землекористування та з іншого, забезпечували б інтереси інших власників як сусідніх земельних ділянок, так і інших об'єктів нерухомості. Сервітутні договори, заповіти, рідше позовні заяви, на жаль, укладаються не часто. Саме тому проблемним є дослідження видів сервітутів, а також змісту сервітутних договорів та інших різновидів документів. Оскільки суспільство нарешті зрозуміло, що земля є коштовним товаром, то існує багато випадків самовільного захоплення землі, або порушення орендних відносин, тому процес формування земельного сервітуту є однією з проблемних тем на даний момент і потребує дуже часто судового розгляду.

Мета статті. Розкрити специфіку земельного сервітуту, встановити його ознаки і визначити місце в системі правових явищ, спираючись на сучасне законодавство, з урахуванням норм земельного законодавства та правозастосування. Проаналізувати стан і розвиток земельного сервітуту в умовах сучасного розвитку суспільства та адаптації України до інтеграції в Європейський Союз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливе значення для земельного сервітуту має кількість матеріалів з приводу використання земельних ділянок, прав власників та землекористувачів. В Україні дана тематика є розвиненою, але представлена незначною кількістю досліджень. Така тематика розглядалась у декількох публікаціях вітчизняних авторів в окремих аспектах розроблення та впровадження технологій у використанні



земель, зокрема такими авторами, як П. Г. Черняга, А. М. Третьак, О. С. Дорош, Д. С. Добряк, А. Г. Мартин та інші. Вченими було запропоновано різні варіанти тлумачення земельного сервітуту як ефективного засобу використання земель за цільовим призначенням, його основні характеристики та принципи. Поняття земельного сервітуту не є одностайним на думку науковців. Так, М. В. Шульга розглядає земельний сервітут на земельну ділянку як право обмеженого користування іншою земельною ділянкою, яке встановлюється за згодою власника або користувача чи за рішенням суду. На думку О. А. Самончик, сервітутом можна вважати речове право користування чужою річчю в якомусь відношенні. В. К. Гуревський доходить висновку про те, що земельний сервітут – це такий сервітут, який може бути встановлений на вимогу власника чи користувача земельної ділянки для її обслуговування шляхом використання корисних властивостей сусідньої земельної ділянки за домовленістю між власниками цих ділянок [1].

Виклад основного матеріалу. Схожість особистого сервітуту можна знайти в сучасних законодавчих актах права користування майном. Але користування майном у сучасному розумінні з сервітутом не асоціюється і являє собою самостійний вид прав. Майновий сервітут установлюється на одній земельній ділянці з метою одержання вигоди (користі) для іншої земельної ділянки. Сервітут мав особливі підстави виникнення. Майнові сервітути могли одержувати лише власники чи добросовісні володарі земельної ділянки чи будівлі, на користь яких установлювався сервітут. Якщо ж земельна ділянка, для якої встановлювався сервітут, належала декільком власникам, то право сервітуту відносилось до кожного з них. Сервітут не існував до тих пір, поки хоча б один із власників його не придбав. Особою, що мала право встановлювати сервітут, був власник майна, яким даний сервітут обтяжувався. Аналогічно з придбанням сервітуту, якщо майном на правах власності володіли декілька осіб, усі вони були зобов'язані встановити сервітут для його виникнення. До способів виникнення сервітуту відносились договір, успадковане розпорядження власника майна - відмова, а також судові рішення.

Невичерпний перелік видів земельних сервітутів передбачений у земельному кодексі. Аналізуючи статтю, щодо видів сервітуту можна стверджувати, що сервітути поділяються залежно від того яку користь вони надають земельній ділянці (**табл.1**). Однин із різновидів є дорожні (право проходу та проїзду на велосипеді або транспортному засобі за умови наявного шляху), водні в свою чергу дозволяють прокладати водопровід на свою земельну ділянку через сусідню. Своєрідним сучасним земельним дорожнім сервітутом треба визнати право прокладання та експлуатації ліній електропередач, зв'язку, трубопроводів, інших лінійних комунікацій, якщо такі дії здійснюються без викупу (вилучення) земельних ділянок. Цікавим є право встановлення будівельних риштувань та складування будівельних матеріалів з метою ремонту будівель. Насправді, такі сервітути можуть бути навіть різноманітнішими, ніж сільські. Це, наприклад, право заборони будівництва певних споруд на суміжній ділянці, право використання суміжної стіни при відсутності іншого будівельного рішення, право заборони надбудови



додаткових поверхів та інші. Міські сервітути доцільно визначити і хоча б принципово сформулювати у регіональних та міських Правилах забудови, розробка і прийняття яких є обов'язковою для органів влади і місцевого самоврядування на підставі Закону України «Про планування і забудову територій». Право водопроводу - право проводити на свою земельну ділянку воду з чужої водойми або через чужу земельну ділянку. Є думка, за якою вживання терміну «природна водойма» має особливе значення, забороняючи встановлення сервітутів у випадку із штучною водоймою. При умові реального здійснення передбаченої ст. 59 Земельного кодексу України (далі - ЗКУ) можливості набуття у власність замкнених природних водойм (площею до 3 гектарів), українській земельній практиці може стати в нагоді існування давнього дорожнього сервітуту - права перепливати чуже озеро з метою сполучення із своєю земельною ділянкою. Власники землі та землекористувачі, що діють на підставі водних сервітутів, повинні узгоджувати свої дії із ст. 46-48 Водного кодексу України 1995 року, який визначає чіткі межі між правом загального водокористування, яке здійснюється без дозволу та спеціального водокористування з видачею відповідного дозволу. Зважаючи, що перелік земельних сервітутів є відкритим, з таким підходом погодитися не можна.

Таблиця 1.

Право земельного сервітуту: зміст та види

Право земельного сервітуту	Право власника або землекористувача земельної ділянки на обмежене платне або безоплатне користування чужою земельною ділянкою (ділянками).
Земельний сервітут	Може бути постійним і строковим. Не веде до позбавлення власника земельної ділянки, щодо якої встановлений земельний сервітут, прав володіння, користування та розпорядження нею. Здійснюється способом, найменш обтяжливим для власника земельної ділянки, щодо якої він встановлений. Не може бути предметом купівлі – продажу, застави та не може передаватися будь-яким способом особою, в інтересах якої цей сервітут встановлено, іншим фізичним та юридичним особам. Встановлюється за домовленістю між власниками сусідніх земельних ділянок на підставі договору або рішення суду
Види права земельного сервітуту	Право проходу та проїзду на велосипеді. Право проїзду на транспортному засобі по наявному шляху Право прокладання та експлуатації ліній електропередач, зв'язку, трубопроводів, інших лінійних телекомунікацій. Право відводу води зі своєї земельної ділянки на сусідню земельну ділянку. Інші земельні сервітути



Слід розрізняти поняття земельного сервітуту як встановленого договором або судом речового права, наслідком якого є обмеження прав власників інших ділянок, та законодавчо встановлені обмеження прав власників земельних ділянок в інтересах сусідів, що не породжують речового права інших осіб. Широкого вжитку набувають земельні відносини в процесі формування земельного сервітуту. Вони являють собою відносини з приводу володіння та розпорядження, а не лише користування землею. Вперше в Україні інститут земельного сервітуту був передбачений у ЗКУ, що прийнятий 25.10.2001 р. і набрав чинності з 01.01.2002 р. [3]. ЗКУ право земельного сервітуту визначає як право власника або землекористувача земельної ділянки на обмежене платне або безоплатне користування чужою земельною ділянкою. Власником або землекористувачем земельної ділянки, щодо якої його встановлюють, вирішується яке буде встановлення земельного сервітуту - платне або безоплатне. Про це свідчить лист Державного комітету України з питань регуляторної політики та підприємництва від 16.12.2002 р. № 2-222/6717.

Земельний сервітут, зазвичай, розглядається між власниками чи користувачами двох земельних ділянок, які мають власні назви: пануюча (земельна ділянка сервітуарія) та обслуговуюча [2].

Змістом сервітуту є обсяг прав і обов'язків його сторін щодо обмеженого користування чужою земельною ділянкою особою, на користь якої встановлено земельний сервітут. Зокрема, обсяг прав сервітуарія може включати можливість вчинення певних дій (прохід, проїзд, прокладення комунікацій тощо) або можливість вимагати від власника сусідньої ділянки утримуватися від певних дій (наприклад, не перешкоджати відводу води із сусідньої земельної ділянки). Право сервітуарія породжує і його обов'язки перед власником обслуговуючої земельної ділянки, які у свою чергу, теж визначають зміст сервітуту, зокрема: використовувати об'єкт сервітуту в межах, необхідних для задоволення визначених господарських потреб; вносити власнику обслуговуючої земельної ділянки адекватну плату за її використання; використовувати сервітут способом, найменш обтяжливим для власника обслуговуючої ділянки тощо [4].

Важливо зазначити що земельний сервітут може бути встановлений лише на сформованій земельній ділянці. Згідно із ст. 99 ЗКУ, власники або землекористувачі земельних ділянок можуть вимагати встановлення таких земельних сервітутів:

- а) право проходу та проїзду на велосипеді;
- б) право проїзду на транспортному засобі по наявному шляху;
- в) право прокладання та експлуатації ліній електропередачі, зв'язку, трубопроводів, інших лінійних комунікацій;
- г) право прокладати на свою земельну ділянку водопровід із чужої природної водойми або через чужу земельну ділянку;
- г) право відводу води зі своєї земельної ділянки на сусідню або через сусідню земельну ділянку;
- д) право забору води з природної водойми, розташованої на сусідній земельній ділянці, та право проходу до природної водойми;
- е) право поїти свою худобу із природної водойми, розташованої на



сусідній земельній ділянці, та право прогону худоби до природної водойми;

є) право прогону худоби по наявному шляху;

ж) право встановлення будівельних риштувань та складування будівельних матеріалів з метою ремонту будівель та споруд;

з) інші земельні сервітути.

Список можливих земельних сервітутів, наведений у законодавстві, не є вичерпаним [5].

Земельні сервітути можуть бути *постійними* і *строковими*. До постійних належать земельні сервітути, при яких одна ділянка постійно обслуговує іншу, підвищуючи її здатність задовольняти певні потреби власника (користувача) ділянки. Строкові земельні сервітути встановлюються на якийсь певний період.

Відповідно до ч. 1 ст. 101 ЗКУ дія земельного сервітуту зберігається у разі переходу прав на земельну ділянку, щодо якої встановлено земельний сервітут, до іншої особи [4, с.106, 108].

Слід звернути увагу й на те, що умовами порушень при використанні земельних ділянок є неналежне ведення їх обліку.

У період земельного сервітуту власник не позбавляється права володіння, користування і розпорядження своєю земельною ділянкою. Земельні сервітути підлягають обов'язковій державній реєстрації в порядку, передбаченому ЗКУ, без державної реєстрації земельний сервітут не вступає в силу. Інформація про встановлення земельного сервітуту є невід'ємною частиною правовстановлюючого документа щодо земельної ділянки, на яку встановлено земельний сервітут. Таким чином і виникають земельні відносини як форма земельного сервітуту. Дія земельного сервітуту зберігається у разі переходу прав на земельну ділянку до іншої особи.

Разом із сервітутом у правовий вжиток увійшло поняття обмеження майна сервітутом. Власник обмеженого сервітутом майна не позбавляється ні одного із належних йому прав, однак він опиняється обмеженим у здійсненні права користування земельною ділянкою, так як це передбачено при праві сервітуту. Він уже не може вільно, на свій розсуд користуватися земельною ділянкою так, як він мав би змогу це робити у разі відсутності сервітуту. Подібне обмеження у праві користування впливає на зміст права власності, відповідно частково і обмежує його, тим самим формуючи знову земельні відносини.

Зміст сервітуту становить сукупність прав та обов'язків земельних відносин, зокрема можливість проходу, проїзду через сусідню земельну ділянку, прокладання та експлуатація ліній електропередачі, зв'язку і трубопроводів, забезпечення водопостачання та меліорації тощо. Отже, зміст сервітуту визначається насамперед обсягом прав сервітуарія щодо користування чужим майном. В цілому такі права можуть мати або позитивний, або негативний характер. Тобто правомочності сервітуарія можуть полягати або у можливості вчинення певних дій (прохід, проїзд, прокладання лінійних комунікацій тощо), або у можливості вимагати від власника обслуговуючого майна утриматися від такого його використання, яке за звичайних умов він мав би право вчиняти (наприклад, не заважати відведенню води із сусідньої ділянки).



Характерною особливістю сервітуту, як і кожного права на чужі речі, є його слідування за майном: він зберігає чинність у разі переходу права власності на майно, щодо якого він встановлений, до іншої особи. Правова природа сервітутних правовідносин робить можливим використання правових засобів захисту й виникнення спорів між власником та сервітуарієм лише у випадках, прямо зазначених у законі або договорі. Зокрема таке спеціальне правило встановлене законом, яке передбачає відшкодування збитків, завданих власникові майна, щодо якого встановлений сервітут, на загальних засадах.

Земельні відносини досить часто виникають у понятті права земельного сервітуту до поняття обмежень прав на землю (ст. 110-115 ЗКУ). Однак, їх необхідно розрізняти, оскільки зміст цих понять відрізняється. Сервітут — це право обмеженого користування чужою земельною ділянкою відповідно до угоди сторін або рішення суду. Обмеження ж прав на землю — це встановлення в адміністративному порядку заборон на окремі види господарської діяльності на земельній ділянці або вимоги не здійснювати певні дії, чи надання обмеженої можливості використовувати чужу земельну ділянку для чітко визначених цілей. Поруч з цією, існують й інші відмінності, зокрема:

— за встановлення та використання земельного сервітуту може стягуватися оплата, чого немає у випадках встановлення законодавством обмежень прав на землю;

— земельний сервітут може встановлюватись на підставі договору або за рішенням суду, а обмеження на використання власником земельної ділянки або її частини може бути встановлено в обсязі, передбаченому законом або договором.

Встановлення земельного сервітуту обмежує реалізацію права власності на конкретну земельну ділянку. Підставою для цього є домовленість між власниками сусідніх ділянок. При цьому, однак, треба враховувати те, що кожен власник земельної ділянки або землекористувач відповідно до ч. 1 ст. 100 ЗКУ наділений правом вимагати встановлення земельного сервітуту для обслуговування своєї ділянки. Законодавство не встановлює спеціальних вимог щодо форми договору про встановлення земельного сервітуту. Нині загальної форми укладання договору сервітуту не існує, нажаль. Втім за загальним правилом стосовно форми правочинів, передбаченим ст. 206 та ст. 208 ЦКУ, для такого договору є обов'язковою дотримання письмової форми. Нотаріальне посвідчення договору сервітуту може бути вчинене за бажанням сторін відповідно до ст. 209 ЦКУ.

Можливості при розгляді питання, щодо проведення державної реєстрації земельного сервітуту, необхідно врахувати важливий момент, що земельний сервітут може бути встановлений на користь власника сусідньої земельної ділянки, або будь-якій конкретній особі, так званий особистий сервітут. Вагомим є факт, що сервітут не підлягає відчуженню, але зберігає чинність у разі переходу до інших осіб права власності на майно, щодо якого він встановлений. Державна реєстрація договору про встановлення земельного сервітуту є обов'язковою в порядку встановленому для державної реєстрації прав на нерухоме майно. При недосягненні згоди між власниками або



користувачами, щодо земельної ділянки – право сервітуту може набуватися в судовому порядку.

Особа, інтерес якої полягає у встановленні сервітуту, має право подати позов до суду. Це випливає з передбаченого законом статті права вимагати встановлення земельного сервітуту для обслуговування своєї земельної ділянки. При цьому позивач повинен довести в суді, що нормальне використання його земельної ділянки неможливе без обтяження сервітутом чужого майна (земельної ділянки), і що задовольнити потреби сервітуарія будь-яким іншим способом неможливо. Укладенню договору сервітуту передують виготовлення документації із землеустрою. Для встановлення права сервітуту на частину земельної ділянки, розробляється технічна документація із землеустрою щодо встановлення меж частини земельної ділянки, на яку поширюється право сервітуту. Замовниками технічної документації можуть виступати органи державної влади, органи місцевого самоврядування, фізичні або юридичні особи, заінтересовані в набутті права сервітуту. Для виготовлення технічної документації замовник укладає з розробником договір, в якому відображаються вартість і строк виконання робіт із землеустрою. До договору додається технічне завдання на виконання робіт та кошторис. Процедура оформлення полягає в декількох кроках (табл. 2).

Встановлення меж частини земельної ділянки, на яку поширюються права сервітуту, проводиться відповідно топографо-геодезичних і картографічних матеріалів. Згідно з ЗКУ, де міститься вичерпний перелік підстав припинення дії земельних сервітутів. За умови настання таких підстав автоматично дія земельного сервітуту не може бути зупиненою, це лише підстава для скасування його державної реєстрації. У разі скасування державної реєстрації земельного сервітуту його дія припиняється, у визначеному порядку. Типова форма договору земельного сервітуту у чинній нормативно-правовій базі не визначена, тому він може укладатися у довільній формі відповідно до вимог цивільного законодавства [4, с. 114-115].

Таким чином, підставами для скасування державної реєстрації земельного сервітуту є:

а) поєднання в одній особі суб'єкта права земельного сервітуту, в інтересах якого він установлений, і власника (користувача) обслуговуючої земельної ділянки. Поширеним є випадок купівлі чи отримання у користування земельної ділянки, що є пануючою, суміжної ділянки, що виступає обслуговуючою, і навпаки – придбання у власність чи отримання в користування власником обслуговуючої земельної ділянки суміжної ділянки, яка є пануючою;

б) відмова особи, в інтересах якої встановлено земельний сервітут, від користування сервітутом. У будь-який час особа, яка володіє правом сервітуту може відмовитися від нього. Але обов'язковою умовою є звернення до органу державної реєстрації прав на землю з письмовою заявою про відмову від нього;

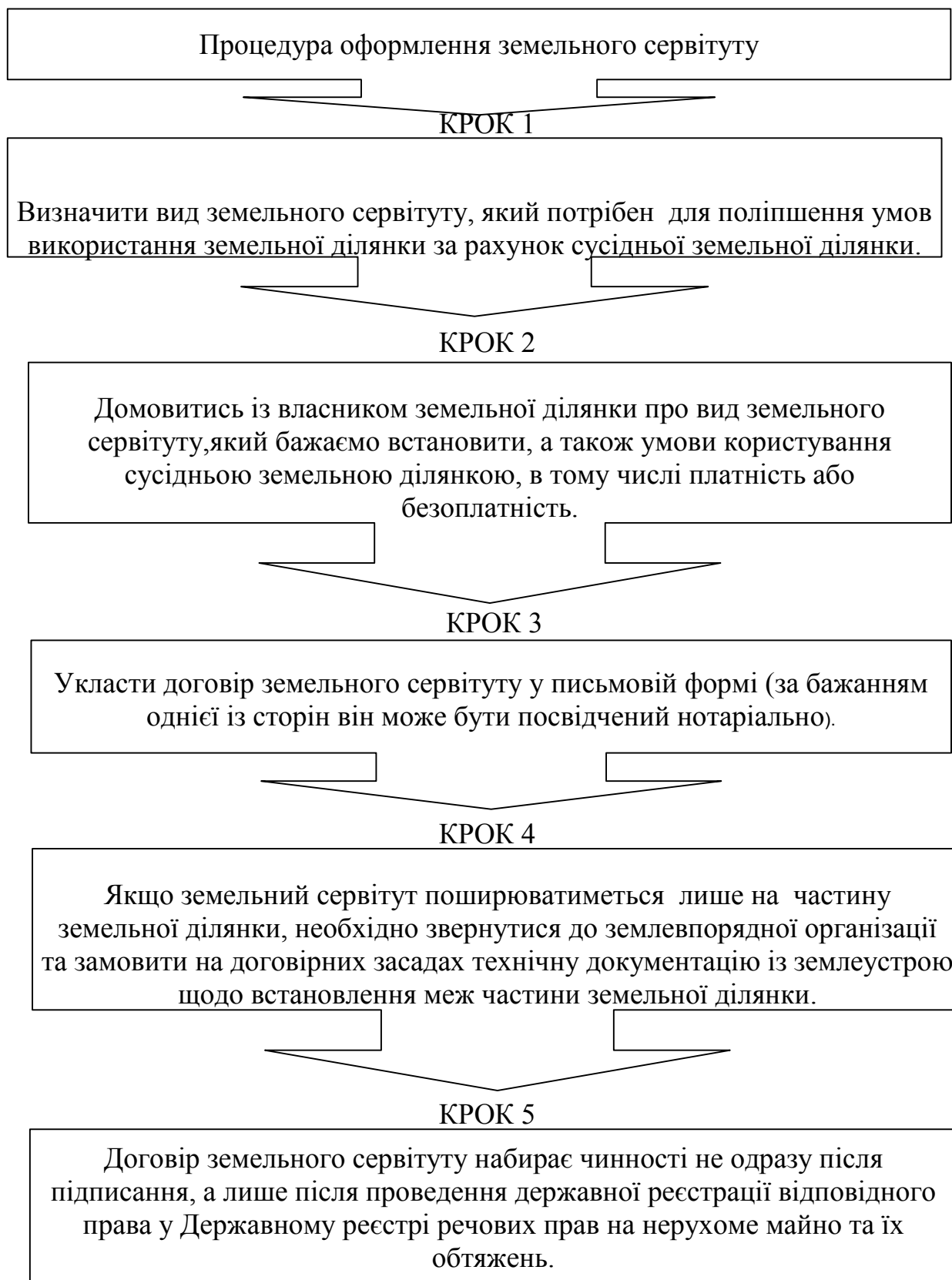
в) рішення суду про скасування земельного сервітуту. Єдиною підставою про недійсність сервітуту є рішення суду, яке уже вступило в силу. У випадку прийняття такого рішення суд має направити його до органу державної реєстрації прав на землю для внесення відповідних змін до державного реєстру



прав на нерухоме майно;

Таблиця 2.

Процедура оформлення земельного сервітуту



г) закінчення строку дії, на який був установлений земельний сервітут. Тобто тимчасові земельні сервітуту, термін дії яких зазначений у договорі про



встановлення земельного сервітуту чи в рішенні суду закінчився. Земельні сервітуту, які були зареєстровані в органах державної реєстрації прав на землю, автоматично втрачають дію після закінчення терміну, на який вони встановлювалися;

д) невикористання земельного сервітуту протягом трьох років.

При встановленні земельного сервітуту власник чи користувач завжди є обмеженим у правах обслуговуючої земельної ділянки. Тому невикористання земельного сервітуту протягом щонайменше 3-х років свідчить про відсутність інтересу або бездіяльність з боку власника пануючої земельної ділянки, що може бути пояснено закінченням потреб користувача до земельної ділянки. Для скасування земельного сервітуту в зв'язку з його невикористанням протягом 3-х років власнику обслуговуючої земельної ділянки як зацікавленій особі слід подати до органу державної реєстрації прав на землю відповідну заяву, до якої необхідно додати незаперечні письмові докази невикористання земельного сервітуту протягом 3-х років. Якщо власник обслуговуючої земельної ділянки не має таких письмових доказів, він може звернутися до суду з позовом про скасування земельного сервітуту саме в зв'язку з його невикористанням протягом 3-х років. Суд може прийняти рішення, наприклад, на основі показання свідків та інші підстави. Цікавим є момент, що ст. 102 ЗКУ не передбачає внесення змін до державного реєстру земель як необхідну умову припинення земельного сервітуту. Отже, чинне законодавство України не ставить припинення земельного сервітуту в пряму залежність від внесення змін про припинення права до державного реєстру земель. Як свідчать дані, зазвичай, дія припинення земельного сервітуту випадає на принцип закінчення терміну, на який був встановлений сервітут.

Відтак, є підстави стверджувати, що у ЗКУ закладена можливість зміни чи припинення права на земельну ділянку у зв'язку із фактом реєстрації, якщо це буде прямо передбачено нормами закону. Тому вона має бути реалізована.

Важливо відзначити, що оскільки чинність сервітуту пов'язана з його реєстрацією, припинення права має відбуватись із внесенням змін до державного реєстру земель, які скасовують реєстрацію та підтверджують припинення сервітуту. Викладене стосується усіх підстав припинення сервітутного права. Таким чином, підставою припинення земельного сервітуту має бути юридичний склад, який включає як власне настання обставини передбаченої у законі, так і дотримання відповідної процедури внесення змін до державного реєстру земель. Отже, в ЗКУ фактично змішуються підстави і порядок припинення земельного сервітуту, що не сприяє правильному розумінню й застосуванню відповідних підстав. Законодавчо визначені підстави припинення земельного сервітуту потребують корегування. Доцільно чітко визначити припустимі та вичерпні підстави можливості припинення земельного сервітуту за волевиявленням особи, яка вимагала встановлення земельного сервітуту; до складу умов, порушення яких може припиняти сервітутні правовідносини, слід віднести встановлені договором (рішенням суду) та імперативні вимоги земельного законодавства до здійснення прав на земельні ділянки.



Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі обґрунтованих наукових положень, проаналізовано підстави встановлення та припинення сервітутів для їх практичного застосування. Розкрито зміст сервітутів в системі обмежень і відмежовано сервітути від способів легітимного встановлення меж права власності. У процесі розкриття змісту встановлено місце сервітутів в системі обмежень і відмежовано сервітути від способів легітимного встановлення меж права власності. Саме зі встановленням та дією земельного сервітуту, а також із можливістю його застосування пов'язано багато суперечок. Незважаючи на численні зміни вітчизняного законодавства в земельній сфері, питання земельного сервітуту, на сьогодні, залишається не вирішеним у повному обсязі.

Література

1. Харитонova Т. Є. До характеристики земельного сервітуту у земельному та цивільному праві України / Т. Є. Харитонova // Юридичний журнал. – 2015. - № 3. – С.142-146
2. Шуміло О. М. До питання земельного сервітуту в Україні / О. М. Шуміло // Земельне право; аграрне право; екологічне право; природо ресурсне право //Наук. вістник. – 2017. – Серія ПРАВО, Випуск 43, Том 3. – С.66-70
3. Сосніна Г.В. Особисті та земельні сервітути за законодавством України /Г. В. Сосніна // Часопис цивілістики. – 2006. – № 20. – С. 95-99
4. Артеменко В.П., Врублевський О.С. Землекористування: сучасність та перспективи/ К.: Інститут громадянського суспільства: ТОВ «ІКЦ «Леста». - 2005. — 252 с.
5. <http://ivano-frankivska.land.gov.ua/info/servitut-tse-mozhlyvist-vykorystannia-chuzhoi-zemelnoi-dilianky-abo-ii-chastyny>;

Abstract. In the article on the basis of substantiated methodological provisions the peculiarities of the grounds for establishing and terminating easements for their practical application are presented. The contents of easements in the system of restrictions are disclosed and the easements are delimited from the ways of legitimate establishment of the boundaries of property rights.

Keywords: land easement, use, easement, owner, land.



УДК 711.57

**A MODERN APPROACH TO THE DESIGN OF AREA AROUND THE
SECONDARY EDUCATION ESTABLISHMENTS
WITH THE USE OF GREEN SPACE ELEMENTS
СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ НАВКОЛО ЗАКЛАДІВ
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ОЗЕЛЕНЕННЯ**

Олешко О.П. / Oleshko O.P.*доцент, к.арх. / Assistant professor, PHD*

ORCID: 0000-0002-7176-8135

Петровська Ю.Р. / Petrovska Yu.R.*ст. викл., к.арх. / Senior Lecturer, PHD*

ORCID: 0000-0001-8519-7065

Якимішин Д.І. / Yakymyshyn D.I.*студентка-магістр групи ДЗЗВ-21/ student of a magistracy**Національний університет «Львівська політехніка»,**Львів, вул. Ст. Бандери, 12, 79013**Lviv Polytechnic National University, Stepan Bandera street 12, 79013*

Анотація. В публікації розглянуто існуючий досвід проектування пришкільних територій, дитячих ігрових та навчально-комунікативних майданчиків у середовищі міста. Окреслено основну проблематику, визначено сучасні підходи до формування предметно-просторового середовища шкільного двору. Визначені сучасні тенденції та особливості формування предметно-просторового середовища шкільного двору з використанням елементів фітодизайну.

Ключові слова: предметно-просторове середовище, пришкільна територія, комунікативний дизайн, фітодизайн, дитяче дозвілля.

Вступ. Пришкільна територія у будь-якій країні є важливим атрибутом життя та всебічного гармонійного розвитку дитини. Це простір, де школярі проводять своє дозвілля, спілкуються, займаються спортом та рухливими іграми, отримують додаткові знання у сфері мистецтва, наукових досліджень, природознавства та ін. Дане дослідження є актуальним в контексті організації ігрового та навчально-комунікативного осередку пришкільних територій, а саме формування предметно-просторового середовища дитячого навчання та дозвілля на свіжому повітрі.

Аналіз вітчизняних пришкільних територій та їх використання. Аналіз українського досвіду у формуванні пришкільних просторів показує здебільшого одноманітну ситуацію по всій країні. Проекти шкільних будівель найчастіше є типовими, пришкільна територія має однакове зонування, а відтак і однакове озеленення. В цілому, спостерігаємо наступні зони: фізкультурно-спортивна (стадіон, бігові доріжки, майданчики для волейболу та баскетболу та ін.), зону відпочинку з майданчиками для активної гри та тихого відпочинку, навчально-дослідну зону для різних класів та господарську частину.

Огляд пришкільних територій більшості українських шкіл показує спільну проблему, яка полягає в наступному: якщо певний благоустрій території і був запроектований і виконаний (озеленення, мощення доріжок та площадок), то



загальне предметно-просторове середовище залишається безликим та формальним. Для облаштування зон відпочинку використовують типові обладнання, в основі якого є спортивний інвентар з металу (турніки різних розмірів, бруси, воркаут, лабіринти), або окремі ігрові елементи виконані з деревини (виробники TivoliLand, EuroPark та ін.). Візуальний огляд показує, що використання предметно-просторового середовища пришкольній території відбувається із новим чи старим спортивним обладнанням, проте без запроектованих громадських просторів (з можливістю відпочинку та позаурочного спілкування, а також «навчального класу під відкритим небом»). Що стосується елементів озеленення, то прикладів нових підходів, які б свідчили про цілісне бачення предметно-просторового середовища з елементами фітодизайну, вкрай мало. Найчастіше біля школи облаштовують живі огорожі з формованого грабу, бузку або вільно зростаючих жасмину, спіреї та інших декоративних кущів. Фітодизайн обмежений створенням квіткових клумб з ірисів, великих ромашок, хризантем. Часто, у зимово-весняний період, ці квітники справляють не найкраще враження. Навіть оновлені майданчики та пришкольна територія залишаються досить одноманітними.

Територія школи без озеленення також негативно впливає на дітей. Перебуваючи увесь день у приміщенні, учні втомлюються, їм необхідний відпочинок, щоб засвоїти отриману інформацію і відновити сили. Найкраще місце для цього – куточок природи, відтворений на шкільному подвір'ї. Більшість шкіл міста Львова оточені зеленню, яка була висаджена ще за часів їх будівництва. Це зумовлює потребу переосмислення проблеми та розробки нових зон озеленення, в сукупності із загальним дизайном предметно-просторового середовища.

Світовий досвід формування предметно-просторового середовища пришкольних територій. Приклади проектів пришкольних майданчиків та їх реалізації у світовій практиці свідчать про інтерес до благоустрою пришкольних територій. Серед світового досвіду проектування пришкольних територій можна зустріти, як використання типового обладнання промислового виробництва, так і дизайнерські елементи ручної роботи, що інтегрують цікаві природні компоненти, вписуються в ландшафт, створюють незвичний ігровий сценарій тощо. Такі приклади показують школи Бостона, Пекіна, Лондона, Берліна, Варшави та ін. В цих об'єктах орієнтування спрямоване на створення інтерактивних пришкольних просторів, побудованих на використанні інноваційних технологій. Окремо приділена увага інклюзивності простору та врахуванню інтересів учнів з особливими потребами. Нерідко можна зустріти обладнання для уроків на вулиці – комплекс лав з накриттям або без нього, що дозволяє класу та вчителю вільно розміститись та провести урок поза межами шкільного класу, в гарну погоду. Цікаві проекти створює компанія Boston Schoolyard Initiative (BSI).

Ідея компанії – це середовище, що інтегрує навчання та гру на базі напівзанедбаних ігрових майданчиків при школах. Результатом втілення такої ідеї є ігрові комунікативні простори, що спонукають до відпочинку та



спілкування. Нові дизайни класних кімнат на відкритому повітрі дозволяють проводити навчання на природі не виходячи за межі шкільного подвір'я. Практика озеленення та використання перероблених матеріалів, часто є частиною проектування та дизайн-облаштування пришкольних територій. Навчальні ресурси BSI та професійний розвиток допомагають викладачам активізувати освітній процес та мотивувати учнів до навчання. Їх призначення – це «перетворення пришкольних територій на динамічні центри для відпочинку, навчання та життя громади» [2].



Рис. 1. Формування предметно-просторового середовища шкільної території Бостона (США), завдяки державно-приватному партнерству здійсненого Бостонською шкільною ініціативою (Boston Schoolyard Initiative) [1].

Особливо ретельно вплив озеленення міських територій на людину вивчається у скандинавських країнах, де існує ціла культура «єднання з природою». Одне з досліджень, проведене в університеті м. Орхус (Данія) довело, що у дітей, які виросли у міських районах, де були парки, сквери, сади та багато зелені на 55% нижчий рівень ризику розвитку психічних захворювань у дорослому житті, ніж у тих, хто провів дитинство серед асфальту та споруд.

Висновки. Зважаючи на все вищесказане можна стверджувати, що інтеграція об'єктів природи в міське середовище – це перспективний підхід до покращення загального здоров'я населення та скорочення глобального росту психоемоційних розладів. Дослідження у даному напрямі доводять важливість щоденного контакту людини (особливо в дитячому віці) з природою. Це зумовлює потребу переосмислення проблеми та розробки нових зон озеленення у сукупності з загальним дизайном предметно-просторового середовища.

Швидка динаміка трансформації суспільства встановлює перед системою освіти нові нетрадиційні завдання, а саме розгляд пришкольних територій у комплексі їх функціональної та естетичної складової. Актуальним завданням є створення на пришкольних територіях зон для відпочинку та позакласного навчання дітей, які б відповідали не лише усім існуючим стандартам, але й створили певну екосистему з навчальною та оздоровчою метою для проведення дозвілля.

Література:

1. Klopfer Martin Design Group. Mason pilot elementary school [online].



Boston Schoolyard Funders Collaborative, 2008. Available: <http://www.schoolyards.org/> [Accessed January 25, 2020].

2. Outdoor Classroom User's Guide [online]. Boston schoolyard initiative, 2008. Available: <http://www.schoolyards.org/pdf/OutdoorClassroomUsersGuide.pdf> [Accessed January 25, 2020].

Abstract. *The publication examines the existing experience of designing school districts, children's playgrounds and educational and communicative playgrounds in the city environment. The main problems are outlined, the modern approaches to the formation of the object-space environment of the school yard are defined. The modern tendencies and peculiarities of formation of object-space environment of school yard with use of elements of phytodesign are also defined.*

The urgent task is to create recreational and extracurricular areas for children in school areas, which would meet not only all existing standards, but also to create a specific ecosystem for educational and recreational purposes for leisure activities with the overall design of the object-space environment. The rapid dynamics of the transformation of society sets new unconventional tasks for the education system, namely the consideration of school territories in the complex of their functional and aesthetic components. Guided by creativity, as the main activity, game process and cognition - the playing environment is highlighted as a priority in the leisure of children and is an important condition for the physical and psychological development of the child. This necessitates a rethinking of the problem and the development of new landscaping areas in conjunction with the overall design of the spatial environment.

Keywords: *object-space environment, school area, communicative design, phytodesign, children's leisure.*

Стаття надіслана: 15.03.2020 р.

© Олешко О.П., Петровська Ю.Р., Якимишин Д.І.



УДК 711.4

SCENARIO OF THE CITY & RIVER RELATIONSHIP**(for example the river Prut and city Chernivtsi)****СЦЕНАРІЙ ВЗАЄМОДІЇ МІСТА ТА РІЧКИ****(на прикладі річки Прут і міста Чернівці)****Chernova I. / Чернова І.***architect**Lviv Polytechnic National University, Lviv, Stepan Bandera str., 12, 79000**Національний університет «Львівська політехніка»,**Львів, вул. Степана Бандери, 12, 79000*

Анотація. В роботі досліджено особливості функціонування міста та річки та визначено оптимальний сценарій їх взаємодії засобами містобудування. Оскільки, цілеспрямованим об'єктом дослідження є Чернівці, то пошук та порівняльний аналіз сценаріїв взаємодії провадився на прикладі українських та закордонних міст, що відповідають специфіці досліджуваних об'єктів.

Ключеві слова: місто, Чернівці, ріка, способи взаємодії

Вступ.

Історія міст свідчить, що річка була невід'ємним його атрибутом на протязі всієї історії розвитку людства. З річкою пов'язані різноманітні процеси і явища, що відбуваються на зовнішньому та внутрішньому рівнях функціонування поселення і спрямовані на владження та взаємодію різних соціальних груп та державних утворень, залучення ресурсів й направлення їх на збереження та примноження культурної спадщини, формування матеріальних й засвоєння естетичних благ по відношенню до оточуючого природного середовища. Водночас інтенсивна й неузгоджена соціальна, політична, економічна та культурна сфери людської діяльності породжують різноманітні проблеми, розв'язання та дослідження яких залишається актуальним для різних наукових сфер.

Для містобудування такі дослідження характеризуються підвищеним інтересом до вивчення явищ, що пов'язані з особливостями організації та формуванням матеріально-просторового середовища міста. Такий стан сприяє інтенсивному накопиченню досліджень методологічного характеру, актуалізації проблем, що пов'язані із функціонуванням і розвитком об'єктів містобудування України, розширенням знань про можливості перетворення існуючого міського середовища та перехід на якісно новий рівень його функціонування.

Така ситуація обумовлює важливість та підвищує актуальність дослідження, що пов'язана з способами використання та шляхами розвитку річки відповідно до запитів функціонування сучасного міського середовища.

Метою статті є дослідження особливостей функціонування міста та річки, що можуть підтвердити оптимальний сценарій їх взаємодії містобудівними засобами та прийомами. Оскільки, цілеспрямованим об'єктом дослідження є Чернівці, то пошук та порівняльний аналіз успішних сценаріїв взаємодії провадився на прикладі міст, що відповідають специфіці досліджуваного міста.



Також особливу увагу звернуто на долину річки, як окремого елементу, що забезпечує взаємозв'язок досліджуваних явищ.

Теоретичну основу дослідження складають праці українських (зокрема, Вадімов В., Данилко Н., Шулик В., Дідик В. та Максимюк Т. та ін.) і закордонних науковців, які акцентують увагу на обґрунтуванню принципів функціонально-просторової організації прирічкової території та розвитку рекреаційних можливостей водних об'єктів у структурі міста.

Методичну основу дослідження склали теоретичний метод та містобудівний аналіз, що стосуються абстрактного пізнання об'єктивної дійсності міста. Вони були реалізовані в процесі дослідження українських (Чернівці, Івано-Франківськ та Полтава) та закордонних (Інгольштадт (Німеччина), Любляна (Словенія) та Кассель (Німеччина) міст, що обиралися відповідно до таких критеріїв:

- наявність ріки в місті та її розташування відносно центру: обиралися міста, в межах яких є ріка. Особливо зверталась увага на розташування ріки відносно центру. Було виділено три варіанти розташування ріки: ріка протікає через центр міста; по околиці міста; огинає місто, обмежуючи його з двох або трьох сторін;

- фізичні характеристики ріки: важливу роль мають геометричні розміри водойми, а саме її середня ширина та протяжність на території міста. Середня ширина річок в обраних містах становить 70-140 м. Середня протяжність – 10-20 км;

- площа міста: розмір поверхні міста враховувалась у зв'язку з тим, що від неї також залежить взаємодія міста з рікою. Обирались міста з площею в їх адміністративних межах в діапазоні 80-160 км²;

- чисельність населення в місті: прирічкова територія та й сама акваторія ріки є місцем періодичного або епізодичного перебування майже всіх жителів міста та інколи епізодичного перебування приїжджих людей. Тому враховувалась кількість жителів міста, що варіюється в межах 130-280 тис. людей.

Основний текст. В більшості випадків на території України місто та ріка функціонують як окремі елементи, ігноруючи прямий вплив одне на одного. Прирічкові території недостатньо розвинуті та майже не інтегровані в життя міста, відсутні громадські простори та центри, що значно впливають на образ міста. Такі проблеми у більшості випадків виходять із того, що ріка є бар'єром, що розсікає територію міста на дві частини і стримує його фізичний розвиток та обмежує візуальний зв'язок. Цей ефект може бути зведений до мінімуму, якщо на містобудівному рівні актуалізувати проблему реалізації низки функціональних та естетичних рішень, що пов'язані із взаємодією міста і ріки.

Чернівці – місто, що знаходиться на південному заході України і налічує 267 тис. жителів. Його площа в адміністративних межах становить 153 км². В місті протікає ріка Прут, що починається з джерела на схилі гори Говерли. Ріка є стрімкою з гірським характером. Середня ширина ріки становить 130 м, а протяжність на території міста – 14 км. Прут не судноплавна ріка (рис. 1 а).

Івано-Франківськ – місто на західній Україні, населення якого складає 237



тис. людей, а площа – 83 м². З двох боків місто оточене ріками – Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська. Обидві ріки беруть початок в Карпатах, мають гірський характер, практично однакові в розмірах. Середня ширина – 80 м, загальна протяжність обох річок на території міста – 12 км. Обидві ріки не є судноплавними (рис. 1 б).

Полтава – місто, що розташоване в північно-східній частині України і з площею 103 км² налічує 288 тис. жителів. На околиці міста протікає ріка Ворскла, витік якої розташований на схилах Середньоруської височини. Ріка має рівнинний характер з повільною течією. Середня ширина ріки становить 110 м, протяжність на території міста – 10 км. На даний момент Ворскла не судноплавна ріка, проте була такою до XVIII століття (рис. 1 в).

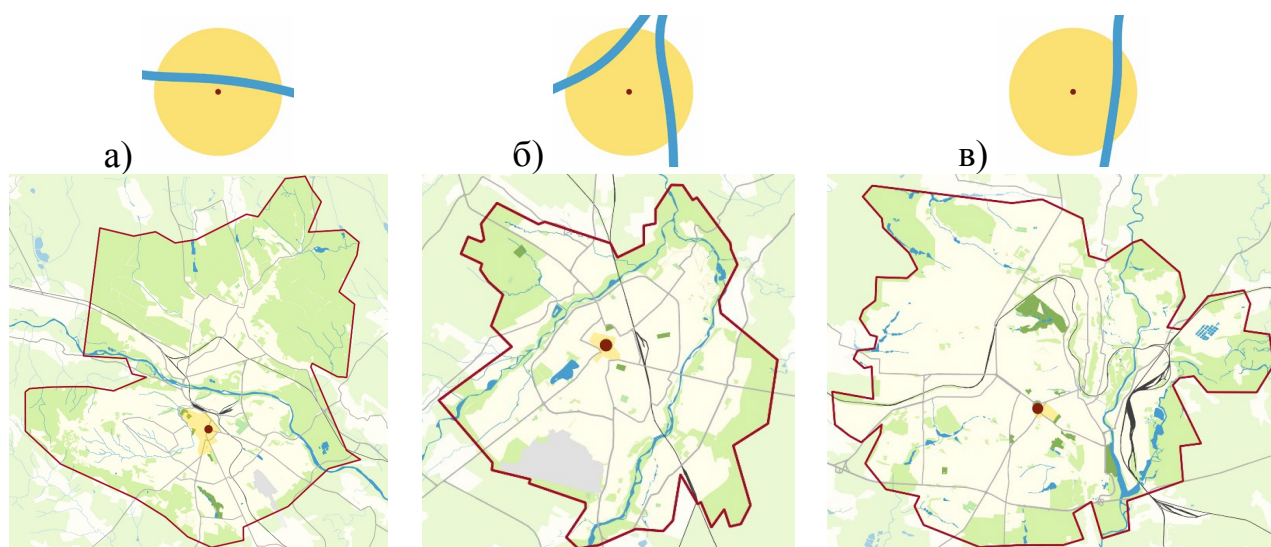


Рис. 1. Положення ріки відносно міста, український досвід:

а) діаметральне положення ріки Прут відносно міста Чернівці: ріка розсікає місто на дві рівні за площею, проте різні за функціональним використанням частини; б) діаметральне положення рік Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська відносно міста Івано-Франківськ: ріка розсікає місто на три не рівні за площею, проте однакові за функціональним використанням частини; в) січне положення ріки Ворскла відносно міста Полтава: ріка розсікає місто на дві частини, менша з яких не чинить суттєвого впливу на розвиток міста

Інгольштадт – місто, що знаходиться на півдні Німеччини, з населенням 137 тис. людей. Площа міста в адміністративних межах становить 133 км². Через центр міста протікає ріка Дунай, що бере початок на території Німеччини, в горах Шварцвальда. В місті Інгольштадт, Дунай є судноплавним, але тільки для маловантажних суден. Середня ширина ріки на території міста становить 85 м, а довжина напротязі міста – 14 км.

Любляна – столиця Словенії, знаходиться в центрі країни та налічує 284 тис. жителів при площі 164 км². З двох сторін – північної та східної – протікають ріки Сава та Любляниця. Сава бере свій початок в горах Словенії в місці злиття двох річок — Сава Долинська і Сава Бохинська. Любляниця є притокою Сави, менша за розміром, починається з карстових джерел у



підніжжя гір Словенії. Середня ширина Сави та Любляниці відповідно 100 та 50 м, загальна довжина обох річок на території міста – 20 м. Обидві ріки на відрізку міста не є судноплавними.

Кассель – місто в центральній Німеччині, населення якого налічує 201 тис. жителів при площі в адміністративних межах – 107 км². По околиці міста протікає ріка Фульда, яка бере початок в горах Німеччини. В місті Кассель ріка має рівнинний характер, її середня ширина на відрізу міста становить – 90 м, протяжність на території міста – 13 км. В Касселі ріка є судноплавною для маловантажних суден.

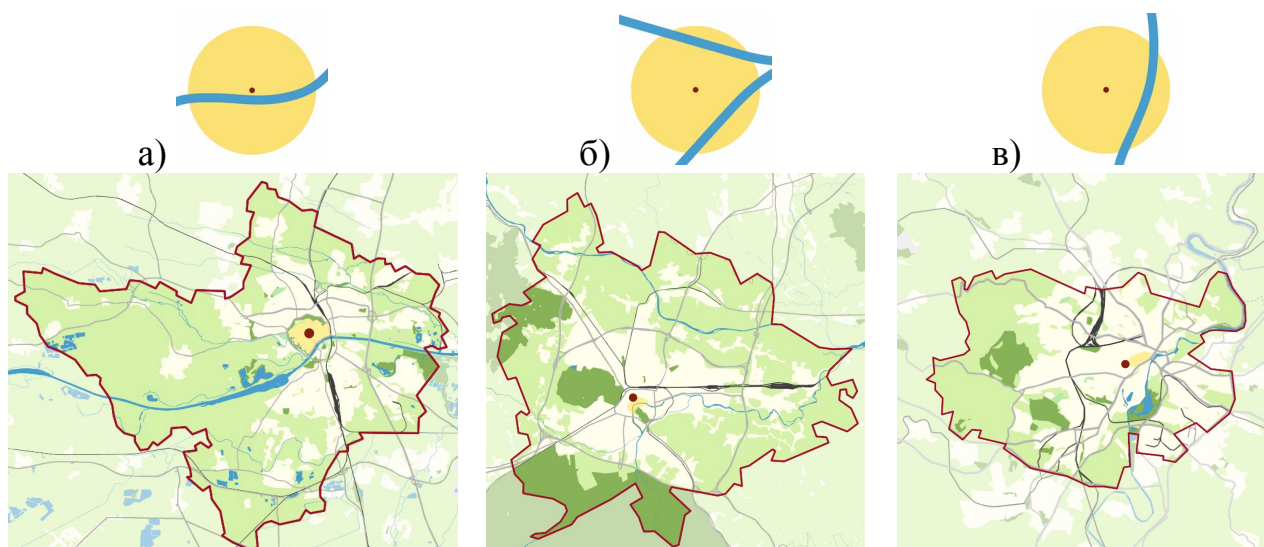


Рис. 2. Положення ріки відносно міста, закордонний досвід: а) діаметральне положення ріки Дунай відносно міста Інгольштадт: ріка розсікає місто на дві рівні за площею, проте різні за функціональним використанням частини; б) діаметральне положення рік Сава Долинська і Сава Бохинська відносно міста Любляна (Словенія): ріка розсікає місто на три не рівні за площею, проте однакові за функціональним використанням частини; в) січне положення ріки Фульда відносно міста Касель (Німеччина): ріка розсікає місто на дві частини, менша з яких не чинить суттєвого впливу на розвиток міста

Порівняльний аналіз українського та закордонного досвіду взаємодії міста і ріки.

Взаємодія ріки та міста має два шляхи розвитку – позитивний та негативний. Відповідно до цього варто проаналізувати обрані міста.

Річка Прут, що в місті Чернівці, перетинає місто по центру. Місто розвивається по обидва береги ріки, однак на правому березі інтенсивніше, що склалося історично. На прибережних територіях ріки Прут можна спостерігати поліфункціональність. Тут зосереджені і промислові, і торговельні, і комерційні функції, залізниця – все це тягнеться до річки, як до ресурсу. Річка втрачає свою привабливість для жителів, звідси негативний вплив ріки. Проте, значна територія вздовж ріки є озелененою, що створює так званий зелений коридор в місті. Це не тільки покращує екологічний стан міста, але і створює чудовий рекреаційний ресурс.



В Івано-Франківську по околиці протікає дві ріки – Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська, які створюють петлю, що оточує місто з трьох сторін. Місто значно розвивається всередині цієї петлі та на південь від річок, тобто вони стримують розвиток міста на північ, необхідно будувати додаткові мости. Звідси негативний вплив – річка є обмеженням розвитку міста в певному напрямку. Проте промислові території вздовж річок є в дуже незначній мірі, а переважають житлові та озеленені території, об'єкти громадського обслуговування, що значно покращує якість життя біля річки. Тобто в даному випадку поліфункціональність вздовж ріки є позитивним впливом на місто.

Ріка Ворскла, що в Полтаві, протікає по східній околиці міста. На протилежному від міста березі (східному) розташована залізниця, дорога територіального значення та промислові території. На західному березі, зі сторони міста, розташовані житлові території, об'єкти громадського обслуговування та в значній мірі озеленені території. В даному випадку можна зробити висновок, що негативним впливом ріки на місто є те, що вона стримує розвиток міста на схід та концентрує біля східного берега промисловість. Проте позитивним є те, що ріка відділяє від міста непривабливі функції, залишаючи в ньому житло, зелень та рекреацію.

Ріка Фульда протікає по східній околиці міста Кассель. На східному березі ріки розташована значна частина промисловості міста. Це говорить про негативний вплив ріки на місто, адже промисловість біля ріки стримує там рекреаційну функцію. Також долина ріки використовується під сільськогосподарську діяльність – на півночі міста розташовано багато полів вздовж ріки. Проте позитивним впливом є те, що в центральній та південній частині міста багато озеленення вздовж ріки – природна долина, декілька великих парків. Також частково вздовж ріки розташовані житлові території. Саме ріка слугує бар'єром між цими привабливими функціями та промисловістю, що розташована на іншому березі, околиці міста. Все це покращує якість життя біля ріки та говорить про її позитивний вплив на місто.

Дві ріки – Сава та Любляниця – протікають через місто Любляна і відділяють його основну частину від околиць. Як і в Івано-Франківську, ріки стримують розвиток міста на іншому березі, слугуючи природним бар'єром. Місто розвивається в протилежному від річок напрямку, а прирічкові території значно використовуються під сільське господарство, а не для рекреації жителів на території міста. Проте, позитивним моментом в цій ситуації є те, що по іншу сторону річок розташовано багато зелених територій, лісів. Тобто ріки чітко відділяють природні території, захищаючи їх від антропогенного впливу. Тим самим річки забезпечують жителів місцями для рекреації по іншу сторону від міста та покращують його екологічний стан.

Ріка Дунай, яка протікає в місті Інгольштадт, перетинає його центр. Довкола річки можна спостерігати поліфункціональність – історичний центр міста, житло, громадські центри та обслуговування. Також, вздовж ріки багато зелених, парків, скверів; достатнє забезпечення пішохідними зв'язками. Через річку прокладено досить багато мостів, в тому числі пішохідний, що забезпечує



вільне пересування між берегами, не роблячи ріку перешкодою. Промисловість міста розташована на околицях і не спотворює образ міста та ріки. Місто Інгольштадт можна вважати еталоном взаємодії ріки та міста.

Література:

1. Вадимов, В. М., 2000. *Город и река (планировочные аспекты)*. Полтава: Археология.
2. Дідик, В. В. та Максим'юк, Т.М., 2012. *Естетика та композиція ландшафту*. Львів: Видавництво Львівської Політехніки.
3. Данилко, Н. Я., 2019. Функціонально-просторовий розвиток водної рекреації у зоні впливу м. Львова Кандидат архітектури. Національний університет „Львівська політехніка”.
4. Шулик, В. В., 2012. Про формування комунікації в структурі рекреаційних систем. Містобудування та територіальне планування, 46, С. 661-665.

Abstract. *The peculiarities of city and river functioning are investigated and the optimal scenario of their interaction by means of urban planning is determined. Since Chernivtsi is a targeted research object, the search and comparative analysis of interaction scenarios was carried out on the example of Ukrainian and foreign cities corresponding to the specifics of the studied objects.*

Keywords: *city, Chernivtsi, river, ways of interaction*

Стаття підготовлена в рамках студентської науково-дослідної роботи

Науковий консультант Ідак Ю., к. арх., доц.

Стаття відправлена: 17.03.2020 р.

© Чернова І., Ідак Ю.В.



УДК 512.543

TWO-ELEMENT GENERATORS SYSTEMS OF THE WREATH PRODUCT OF SOME GROUPS

ДВОХЕЛЕМЕНТНІ СИСТЕМИ ТВІРНИХ ВІНЦЕВОГО ДОБУТКУ ДЕЯКИХ ГРУП

Sikora V.S. / Сікора В.С.

c.ph.-math..sc., doc. / к.ф.-м..н., доц.

ORCID: 0000-0002-5283-8759

Yurij Fedkovych Chernivtsi National University,

Ukraine, Chernivtsi, vul. Universytetska, 28, 58000

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна,

Чернівці, вул. Університетська, 28, 58000

Анотація. Установлено, що вінцевий добуток двох знакозмінних груп завжди є 2-породженням. Побудовано конкретні приклади двоелементних систем твірних в таких групах.

Ключові слова: вінцевий добуток, знакозмінні групи, системи твірних.

Вступ. Об'єктом дослідження даної праці є двоелементні системи твірних вінцевого добутку $A_n \wr A_m$ двох знакозмінних груп. Відомо, що групи такого вигляду є 4-породженнями, тобто містять “природні” системи твірних, що складаються з чотирьох підстановок [1–4]. Дана робота продовжує дослідження, проведені в статтях [5–9] про мінімальні (щодо кількості елементів) системи твірних вінцевого добутку таких груп. Зокрема, доведено, що насправді ці групи є 2-породженнями і вказано конкретні системи твірних, які складаються лише з двох елементів.

Постановка задачі. Елементи вінцевого добутку $A_n \wr A_m$ будемо зображати у вигляді наборів $\sigma = [p; q_1, q_2, \dots, q_n]$, де $p \in A_n$, $q_1, q_2, \dots, q_n \in A_m$, які називатимемо таблицями. Добутком двох таблиць σ та $\rho = [x; y_1, y_2, \dots, y_n] \in A_n \wr A_m$ буде таблиця $\sigma \cdot \rho = [p \cdot x; q_1 \cdot y_{p(1)}, q_2 \cdot y_{p(2)}, \dots, q_n \cdot y_{p(n)}]$, одиничним елементом групи $A_n \wr A_m$ є $[\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$ (де ε — тотожна підстановка), а оберненою до σ буде $\sigma^{-1} = [p^{-1}; q_{p^{-1}(1)}, q_{p^{-1}(2)}, \dots, q_{p^{-1}(n)}]$. Наведемо допоміжне твердження про системи твірних знакозмінної групи A_k .

Лема 1. При довільному непарному $k \geq 5$ знакозмінна група A_k породжується підстановками $(1, 2, \dots, k)$, $(1, 2, 3)$ або $(1, 2, \dots, k)$, $(3, 4, \dots, k)$, а при довільному парному $k \geq 4$ — підстановками $(1, 2, \dots, k-1)$, $(2, 3, \dots, k)$.

Доведення леми 1 див. у роботі [2].

Зрозуміло, що вінцевий добуток $A \wr B$ транзитивної k -породженої групи підстановок A з системою твірних $\{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ та l -породженої групи B з системою твірних $\{h_1, h_2, \dots, h_l\}$ ($k, l \in \mathbb{N}$) породжується $k+l$ елементами стандартного вигляду: $[g_i; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, $[\varepsilon; h_j, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, $i = 1, 2, \dots, k$, $j = 1, 2, \dots, l$, де ε — нейтральні елементи в групах A та B . Звідси, враховуючи лему 1, отримуємо такі два твердження.



Лема 2. Нехай n і m — числа однакової парності ($n, m \geq 5$). Тоді вінецьвий добуток $A_n \wr A_m$ породжується підстановками

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= [(1, 2, \dots, n); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \beta_1 &= [(1, 2, 3); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \gamma_1 &= [\varepsilon; (1, 2, \dots, m), \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \delta_1 &= [\varepsilon; (1, 2, 3), \varepsilon, \dots, \varepsilon].\end{aligned}\tag{1}$$

при непарних n, m та

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= [(1, 2, \dots, n-1); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \beta_2 &= [(2, 3, \dots, n); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \gamma_2 &= [\varepsilon; (1, 2, \dots, m-1), \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \delta_2 &= [\varepsilon; (2, 3, \dots, m), \varepsilon, \dots, \varepsilon].\end{aligned}\tag{2}$$

при парних n, m .

Лема 3. Нехай n і m — числа різної парності ($n, m \geq 5$). Тоді вінецьвий добуток $A_n \wr A_m$ породжується елементами

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= [(1, 2, \dots, n); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \beta_3 &= [(1, 2, 3); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \gamma_3 &= [\varepsilon; (1, 2, \dots, m-1), \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \delta_3 &= [\varepsilon; (2, 3, \dots, m), \varepsilon, \dots, \varepsilon].\end{aligned}\tag{3}$$

при непарному n і парному m та

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= [(1, 2, \dots, n-1); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \beta_4 &= [(2, 3, \dots, n); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \gamma_4 &= [\varepsilon; (1, 2, \dots, m), \varepsilon, \dots, \varepsilon], \\ \delta_4 &= [\varepsilon; (1, 2, 3), \varepsilon, \dots, \varepsilon].\end{aligned}\tag{4}$$

при парному n і непарному m .

Нехай n, m — натуральні числа, $n, m \geq 5$. Уведемо позначення:

$$a = (1, 2, \dots, n), \quad b = (1, 2, 3), \quad c = (1, 2, \dots, n-1), \quad d = (2, 3, \dots, n) \in A_n;$$

$$x = (1, 2, \dots, m), \quad y = (1, 2, 3), \quad z = (1, 2, \dots, m-1), \quad t = (2, 3, \dots, m) \in A_m;$$

для довільних непарних n, m , де m не ділиться націло на 3:

$$\varphi_1 = [a; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_1 = [b; \varepsilon, \varepsilon, y, x, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon];\tag{5}$$

для довільних непарних n, m , що $m \equiv 0 \pmod{3}$:

$$\varphi_2 = [a; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_2 = [b; \varepsilon, \varepsilon, x, y, \varepsilon, \dots, \varepsilon];\tag{6}$$

для довільних парних n, m , де $m-1$ не ділиться націло на 3:

$$\varphi_3 = [c; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_3 = [c \cdot d^{-1}; \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon];\tag{7}$$

для довільних парних n, m , де $m-1 \equiv 0 \pmod{3}$:

$$\varphi_4 = [c; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_4 = [c^{-1} \cdot d; \varepsilon, z, z \cdot t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z];\tag{8}$$

для непарного n та парного m , такого, що $m-1$ не кратне 3:

$$\varphi_5 = [a; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_5 = [b; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon];\tag{9}$$



для непарного n та парного m , такого, що $m-1 \equiv 0(\text{mod } 3)$:

$$\varphi_6 = [a; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_6 = [b; \varepsilon, z, z, z \cdot t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon]; \quad (10)$$

для парного n та непарного m , де не ділиться націло на 3:

$$\varphi_7 = [c; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_7 = [d; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y]; \quad (11)$$

для парного n та непарного m , що $m \equiv 0(\text{mod } 3)$:

$$\varphi_8 = [c; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon], \quad \psi_8 = [c \cdot d^{-1}; x, y, \varepsilon, \dots, \varepsilon]. \quad (12)$$

Основна частина. Наступне твердження є основним результатом даної роботи.

Теорема. Для довільних натуральних $n, m \geq 5$ група $A_n \wr A_m$ породжується двома підстановками $\varphi_i, \psi_i (i=1, 2, \dots, 8)$, заданих формулами (5)–(12) в залежності від значень n та m .

Доведення розділимо на кілька етапів, в залежності від парності чисел n та m .

Випадок 1. Нехай n, m — непарні натуральні числа, причому припустимо, що m не ділиться на 3. Тоді, згідно з лемою 2, підстановки (1) утворюють незвідну систему твірних групи $A_n \wr A_m$ у цьому випадку.

Покажемо, що кількість твірних можна зменшити до двох, тобто покажемо, що таблиці φ_1, ψ_1 , задані в (5), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ при таких n, m . Для доведення цього досить отримати формули для вираження елементів $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$ через φ_1 та ψ_1 .

Одразу бачимо, що $\alpha_1 = \varphi_1$ та $\psi_1^3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Оскільки $m \not\equiv 0$, то можливі два випадки:

(i) якщо $m \equiv -1(\text{mod } 3)$, то $(\psi_1)^{m+1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon];$

(ii) якщо $m \equiv 1(\text{mod } 3)$, то $(\psi_1)^{m-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon].$

Отже,

$$\gamma_1 = \begin{cases} \varphi_1^4 \cdot (\psi_1)^{m+1} \cdot \varphi_1^{-4}, & m \equiv -1(\text{mod } 3), \\ \varphi_1^4 \cdot (\psi_1)^{-(m-1)} \cdot \varphi_1^{-4}, & m \equiv 1(\text{mod } 3). \end{cases}$$

Позначимо тепер $\eta_1 = (\varphi_1^{-4} \cdot \gamma_1^{-1} \cdot \varphi_1^4) \cdot \psi_1 = [b; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Тоді

$$\eta_1 \cdot (\varphi_1^{-3} \cdot \gamma_1 \cdot \varphi_1^3) = [b; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y \cdot x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_2,$$

$$(\varphi_1^{-3} \cdot \gamma_1^{-1} \cdot \varphi_1^3) \cdot \eta_2 = [b; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x^{-1} \cdot y \cdot x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_3,$$

$$\eta_3 \cdot \eta_1 = [b^2; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x^{-1} \cdot y \cdot x \cdot y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_4.$$

Легко перевірити, що $x^{-1} \cdot y \cdot x = (2, 3, 4)$ — підстановка третього порядку, та $x^{-1} \cdot y \cdot x \cdot y = (1, 2)(3, 4)$ — підстановка другого порядку. Тому

$$\eta_4^3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x^{-1} \cdot y \cdot x \cdot y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_5.$$

Звідси

$$(\varphi_1^{-3} \cdot \gamma_1 \cdot \varphi_1^3) \cdot \eta_5 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y \cdot x \cdot y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_6,$$

$$\eta_1^{-1} \cdot \eta_6 = [b^{-1}; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, x \cdot y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_7,$$

$$\eta_7 \cdot (\varphi_1^{-3} \cdot \gamma_1 \cdot \varphi_1^3) \cdot \eta_1 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \eta_8.$$



Нарешті, $\varphi_1^3 \cdot \eta_8^2 \cdot \varphi_1^{-3} = [\varepsilon; y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_1$ та $\eta_1 \cdot \eta_8 = [b; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_1$, що й доводить перший випадок.

Випадок 2. Нехай n, m — непарні натуральні числа, причому припустимо, що m ділиться націло на 3. Тоді, згідно з лемою 2, підстановки (1) утворюють незвідну систему твірних групи $A_n \wr A_m$ для таких n, m .

Покажемо, що таблиці φ_2, ψ_2 , визначені в (6), утворюють в цьому випадку систему твірних групи $A_n \wr A_m$. Для цього знову досить вивести формули вираження елементів $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$ через φ_2 та ψ_2 .

Очевидно, що $\alpha_1 = \varphi_2$ та $\psi_2^3 = [\varepsilon; x, x, x, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Тому

$$\varphi_2^{-1} \cdot \psi_2^{-3} \cdot \varphi_2 = [\varepsilon; \varepsilon, x^{-1}, x^{-1}, x^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_1,$$

$$(\varphi_2^{-1} \cdot \psi_2^{-3} \cdot \varphi_2) \cdot \psi_2 = [b; \varepsilon, x^{-1}, \varepsilon, x^{-1} \cdot y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_2,$$

причому, оскільки $x^{-1} \cdot y = (1, m, m-1, \dots, 4)$, то елемент $x^{-1} \cdot y$ має порядок $m-2$. Крім того, $\xi_2^3 \cdot \psi_2^3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, (x^{-1} \cdot y)^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_3$. Згідно з умовою, $m = 3k, k \in \mathbb{N}$, тому $\xi_3^{k-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y^{-1} \cdot x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_4$.

Позначимо $\xi_5 = \xi_4 \cdot \psi_2 = [b; \varepsilon, \varepsilon, x, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Тоді

$$(\varphi_2^{-1} \cdot \psi_2^{-3} \cdot \varphi_2) \cdot \xi_5 = [b; \varepsilon, x^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_6,$$

$$\varphi_2^{-1} \cdot \xi_6 \cdot \varphi_2 = [a^{-1} \cdot b \cdot a; \varepsilon, \varepsilon, x^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_7.$$

Оскільки $a^{-1} \cdot b \cdot a = (2, 3, 4)$, то $(a^{-1} \cdot b \cdot a) \cdot b = (1, 2)(3, 4)$. А тому, послідовно, отримаємо:

$$\xi_7 \cdot \xi_5 = [a^{-1} \cdot b \cdot a \cdot b; \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_8, \quad \xi_8^{-2} \cdot \psi_2^3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_9,$$

$$\varphi_2^2 \cdot \xi_9 \cdot \varphi_2^{-2} = [\varepsilon; x, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_1.$$

Далі маємо, що $(\varphi_2^3 \cdot \gamma_1 \cdot \varphi_2^{-3}) \cdot \xi_4^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \xi_{10}$, звідки

$$\varphi_2^3 \cdot \xi_{10} \cdot \varphi_2^{-3} = [\varepsilon; y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_1$$

та $(\varphi_2^{-2} \cdot \gamma_1^{-1} \cdot \varphi_2^2) \cdot (\varphi_2^{-3} \cdot \delta_1^{-1} \cdot \varphi_2^3) \cdot \psi_2 = [b; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_1$. Випадок 2 доведено.

Випадок 3. Нехай n, m — парні натуральні числа, $n, m \geq 5$, причому нехай $m-1$ не ділиться на 3. Тоді, згідно з лемою 1, в групі $A_n \wr A_m$, можна визначити незвідну систему твірних (2). Покажемо, що φ_3, ψ_3 , задані в (7), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ у цьому випадку.

Із визначення елементів φ_3, ψ_3 одразу маємо, що $\alpha_2 = \varphi_3$. Крім того, оскільки $c \cdot d^{-1} = (1, n, n-1)$, то $\psi_3^3 = [\varepsilon; \varepsilon, z^3, t^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, звідки, враховуючи умову $(m-1) \not\equiv 3$, отримуємо два випадки:

(i) якщо $m-1 \equiv -1 \pmod{3}$, то $(\psi_3)^m = [\varepsilon; \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$;

(ii) якщо $m-1 \equiv 1 \pmod{3}$, то $(\psi_3)^{m-2} = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-1}, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$.

$$\text{Отже, } \lambda_1 = [\varepsilon; \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \begin{cases} (\psi_3)^m, & m-1 \equiv -1 \pmod{3}, \\ (\psi_3)^{-(m-2)}, & m-1 \equiv 1 \pmod{3}. \end{cases}$$

Звідки $(\psi_3 \cdot \lambda_1^{-1})^{-1} \cdot \varphi_3 = [d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_2$.



Зауважимо, що довільний елемент $[f; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] \in A_n \setminus A_m$ породжується підстановками α_2 та β_2 при парному n . Тому будемо вважати, що таблиці $\lambda_2 = [(1, 2)(3, 4); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$ та $\lambda_3 = [(1, 4, 3); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$ вже побудовані.

Виконаємо наступні допоміжні обчислення:

$$\lambda_2 \cdot \lambda_1^{-2} \cdot \lambda_2^{-1} = [\varepsilon; z^{-2}, \varepsilon, \varepsilon, t^{-2}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_4, \quad \lambda_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_3^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, z, \varepsilon, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_5$$

$$\beta_2^{-1} \cdot \lambda_1 \cdot \beta_2 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_6, \quad \lambda_4 \cdot \lambda_5 \cdot \lambda_6 = [\varepsilon; z^{-2}, z, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_7.$$

Тоді $\lambda_7 \cdot \lambda_1^{-1} = [\varepsilon; z^{-2}, \varepsilon, z \cdot t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_8$. Далі, оскільки $z \cdot t^{-1} = (1, m, m-1)$ — цикл довжини 3, то $\lambda_8^3 = [\varepsilon; z^{-6}, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_9$. Крім того,

$$[(1, 2, 4); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] \cdot \lambda_1^3 \cdot [(1, 2, 4)^{-1}; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = [\varepsilon; z^3, \varepsilon, t^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{10},$$

$$\lambda_{10} \cdot \lambda_1^{-3} = [\varepsilon; z^3, z^{-3}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{11}, \quad \lambda_{11} \cdot \lambda_9 = [\varepsilon; z^{-3}, z^{-3}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = (\lambda_{12})^{-1},$$

звідки $\lambda_{12} = [\varepsilon; z^3, z^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Розглядаємо два випадки:

(i) якщо $m-1 \equiv -1 \pmod{3}$, то $(\lambda_{12})^{m/3} = [\varepsilon; z, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon];$

(ii) якщо $m-1 \equiv 1 \pmod{3}$, то $(\lambda_{12})^{(m-2)/3} = [\varepsilon; z^{-1}, z^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon].$

Тому

$$\lambda_{13} = [\varepsilon; z, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \begin{cases} (\lambda_{12})^{m/3}, & m-1 \equiv -1 \pmod{3}, \\ (\lambda_{12})^{-(m-2)/3}, & m-1 \equiv 1 \pmod{3}. \end{cases}$$

Звідси маємо, що $\lambda_7^{-1} \cdot (\alpha_2^{-1} \cdot \lambda_{13} \cdot \alpha_2) = [\varepsilon; z^2, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{14}$. Оскільки $m-1$ — непарне, то можна знайти таке натуральне число l , що $\lambda_{14}^l = [\varepsilon; z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_2$. Тоді $\alpha_2^2 \cdot (\lambda_1 \cdot (\alpha_2^{-1} \cdot \gamma_2 \cdot \alpha_2)) \cdot \alpha_2^{-2} = \delta_2$, отже, випадок 3 доведено повністю.

Випадок 4. Нехай n, m — парні натуральні числа, $n, m \geq 5$, причому нехай $m-1$ кратне 3. Тоді, згідно з лемою 1, в групі $A_n \setminus A_m$, можна визначити незвідну систему твірних (2). Покажемо, що φ_4, ψ_4 , задані в (8), утворюють систему твірних групи $A_n \setminus A_m$ у цьому випадку.

Одразу маємо, що $\alpha_2 = \varphi_4$. Крім того,

$$\psi_4^3 = [\varepsilon; z^2, z^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z^2] = \theta_1,$$

$$\theta_1^{m/2} = [\varepsilon; z^m, z^m, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z^m] = [\varepsilon; z, z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z] = \theta_2,$$

$$(\varphi_4^{-2} \cdot \theta_2 \cdot \varphi_4^2) \cdot \psi_4 = [c^{-1} \cdot d; \varepsilon, z, z^2 \cdot t^{-1}, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z^2] = \theta_3.$$

Оскільки, згідно з умовою, $m-1 \equiv 0 \pmod{3}$, то

$$(\theta_3)^{m-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^2 \cdot t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \theta_4.$$

Розглянемо наступні добутки:

$$\begin{aligned} & ((\varphi_4^{-1} \cdot \theta_2 \cdot \varphi_4) \cdot (\psi_4 \cdot \theta_4^{-1}))^2 \cdot ((\varphi_4^{-1} \cdot \theta_2^{-1} \cdot \varphi_4) \cdot (\psi_4 \cdot \theta_4^{-1})) = \\ & = [\varepsilon; z^2, z^2, z^{-2}, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z^4] = \theta_5, \quad \theta_5 \cdot \theta_2^{-2} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^{-2}, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z^2] = \theta_6, \end{aligned}$$

звідки, враховуючи, що m — парне, отримуємо $\theta_6^{m/2} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon, z] = \theta_7$.

Зауважимо далі, що оскільки

$$c^{-1} \cdot (c^{-1} \cdot d) \cdot c = (2, n, 3), \quad c^{-2} \cdot (c^{-1} \cdot d) \cdot c^2 = (3, n, 4),$$

$$(c^{-1} \cdot d)^2 \cdot (c^{-2} \cdot (c^{-1} \cdot d) \cdot c^2) \cdot (c^{-1} \cdot (c^{-1} \cdot d) \cdot c) = (1, n)(2, 4),$$



то, позначивши $\theta_8 = (\varphi_4^{-1} \cdot \theta_2^{-1} \cdot \varphi_4) \cdot \psi_4 = [c^{-1} \cdot d; \varepsilon, \varepsilon, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, отримаємо:

$$\theta_8^2 \cdot (\varphi_4^{-2} \cdot \theta_8 \cdot \varphi_4^2) \cdot (\varphi_4^{-1} \cdot \theta_8 \cdot \varphi_4) = [(1, n)(2, 4); \varepsilon, t^{-1}, t^{-2}, \varepsilon, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \theta_9,$$

звідки

$$(\varphi_4 \cdot \theta_4 \cdot \varphi_4^{-1}) \cdot \theta_4 \cdot (\varphi_4^{-2} \cdot \theta_4 \cdot \varphi_4^2) \cdot (\theta_2^2 \cdot \theta_7^{-2}) \cdot (\varphi_4^2 \cdot \theta_7^2 \cdot \varphi_4^{-2}) \cdot (\varphi_4^{-2} \cdot \theta_7^{-2} \cdot \varphi_4^2) \cdot \theta_9 = [(1, n)(2, 4); \varepsilon, \varepsilon, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \theta_{10}.$$

Тоді врахувавши, що m — парне, а порядок елемента t дорівнює $m-1$, матимемо, що

$$\varphi_4^2 \cdot \theta_{10}^{-m} \cdot \varphi_4^{-2} = [\varepsilon; t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_2, (\theta_4 \cdot (\varphi_4^{-2} \cdot \delta_2 \cdot \varphi_4^2))^{m/2} = [\varepsilon; z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_2,$$

$$(\varphi_4^{-1} \cdot \gamma_2^{-1} \cdot \varphi_4) \cdot \theta_4^{-1} \cdot (\theta_7^{-1} \cdot \psi_4) = [d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_2,$$

а це повністю доводить твердження теореми для випадку 4.

Випадок 5. Нехай n — непарне, m — парне натуральні числа, причому нехай $(m-1)$ не ділиться націло на 3. Тоді, згідно з лемою 3, підстановки (3) визначають незвідну систему твірних групи $A_n \wr A_m$ в цьому випадку. Покажемо, що таблиці φ_5, ψ_5 , задані в (9), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ для таких n і m . Для цього досить отримати формули вираження елементів $\alpha_3, \beta_3, \gamma_3, \delta_3$ через φ_5 та ψ_5 .

Одразу бачимо, що $\alpha_3 = \varphi_5$. Далі, оскільки $\psi_5^3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z^3, t^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, то, враховуючи, що $m-1$ не ділиться на 3, матимемо:

$$(i) \text{ якщо } m-1 \equiv -1 \pmod{3}, \text{ то } (\psi_5)^m = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon];$$

$$(ii) \text{ якщо } m-1 \equiv 1 \pmod{3}, \text{ то } (\psi_5)^{-(m-2)} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon].$$

Позначивши $\lambda_1 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$, отримаємо, що

$$\psi_5 \cdot \lambda_1^{-1} = [b; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_3.$$

Очевидно, що довільний елемент $[f; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] \in A_n \wr A_m$ породжується підстановками α_3 та β_3 при непарному n . Тому будемо вважати, що таблиці $\lambda_2 = [(1, 3)(2, 4); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$ та $\lambda_3 = [(1, 2)(3, 4); \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$ вже побудовані. Виконаємо наступні допоміжні обчислення:

$$\varphi_5 \cdot \lambda_1^{-1} \cdot \varphi_5^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^{-1}, d^{-1}, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_4,$$

$$\lambda_2 \cdot \lambda_1^{-2} \cdot \lambda_2^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-2}, \varepsilon, \varepsilon, t^{-2}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_5,$$

$$\lambda_3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_3^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z, \varepsilon, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_6, \lambda_5 \cdot \lambda_6 \cdot \lambda_1 = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-2}, z, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_7,$$

$$\lambda_7 \cdot \lambda_4 = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-2}, \varepsilon, z \cdot t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_8.$$

Оскільки $z \cdot t^{-1} = (1, m, m-1)$, то $\lambda_8^3 = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-6}, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_9$. Крім того,

$$\lambda_2 \cdot \lambda_1^3 \cdot \lambda_2^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, z^3, \varepsilon, \varepsilon, t^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{10},$$

$$\lambda_3 \cdot \lambda_1^{-3} \cdot \lambda_3^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^{-3}, \varepsilon, t^{-3}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{11},$$

$$\lambda_{10} \cdot \lambda_{11} = [\varepsilon; \varepsilon, z^3, z^{-3}, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{12}, \lambda_{12} \cdot \lambda_9 = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-3}, z^{-3}, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{13}.$$

Згідно з умовою, розглядаємо m таким, щоб $(m-1)$ не ділилося на 3. Тому

$$\lambda_{14} = [\varepsilon; \varepsilon, z, z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \begin{cases} (\lambda_{13})^{m/3}, & m-1 \equiv -1 \pmod{3}, \\ (\lambda_{13})^{-(m-2)/3}, & m-1 \equiv 1 \pmod{3}. \end{cases}$$



Аналогічно,

$$\lambda_2 \cdot \lambda_1^{-1} \cdot \lambda_2^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-1}, \varepsilon, \varepsilon, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{15},$$

$$\lambda_3 \cdot \lambda_1^{-1} \cdot \lambda_3^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, z^{-1}, \varepsilon, t^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{16},$$

$$\lambda_{15} \cdot \lambda_{16} \cdot \lambda_1^2 = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-1}, z^{-1}, z^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{17}.$$

Звідси $\lambda_{17} \cdot \lambda_{14} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{18}$.

Оскільки m — парне, то $(m-1)$ — непарне, тому існує таке натуральне число l , що $\lambda_{18}^l = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \lambda_{19}$, отже, $\varphi_5^3 \cdot \lambda_{19} \cdot \varphi_5^{-3} = [\varepsilon; z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_3$. Тоді $\delta_3 = \varphi_5^4 \cdot (\lambda_{19}^{-1} \cdot \lambda_1) \cdot \varphi_5^{-4} = [\varepsilon; t, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Випадок 5 доведено повністю.

Випадок 6. Нехай n — непарне, m — парне натуральні числа, причому нехай тепер $(m-1) \equiv 0 \pmod{3}$. Тоді, згідно з лемою 3, підстановки (3) визначають незвідну систему твірних групи $A_n \wr A_m$ у цьому випадку. Покажемо, що таблиці φ_6 , ψ_6 , задані в (10), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ для таких n і m . Для цього досить отримати формули вираження елементів α_3 , β_3 , γ_3 , δ_3 через φ_6 та ψ_6 .

Із визначення елементів φ_6 , ψ_6 отримуємо, що $\alpha_3 = \varphi_6$ та $\psi_6^3 = [\varepsilon; z^2, z^2, z^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon]$. Враховуючи умови, накладені в цьому випадку на числа n і m , послідовно виконаємо наступні обчислення:

$$(\psi_3)^{m/2} = [\varepsilon; z, z, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_1,$$

$$(\varphi_6^{-2} \cdot \mu_1 \cdot \varphi_6^2) \cdot \psi_6 = [b^{-1}; \varepsilon, z, z^2, z^2 \cdot t^{-1}, z, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_2,$$

$$(\mu_2)^{m-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, z^2 \cdot d^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_3,$$

$$((\varphi_6^{-1} \cdot \mu_1 \cdot \varphi_6)^{-1} \cdot \psi_6)^{-1} = [b; \varepsilon, \varepsilon, \varepsilon, t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_4,$$

$$\mu_4 \cdot (\varphi_6^{-2} \cdot \mu_1 \cdot \varphi_6^2)^{-2} \cdot (\varphi_6^{-1} \cdot \mu_4 \cdot \varphi_6) = [b \cdot a^{-1} \cdot b \cdot a; \varepsilon, z^{-2}, \varepsilon, t \cdot z^{-2}, z^{-2} \cdot t, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_5.$$

Очевидно, що для парного m елемент $b \cdot (a^{-1} \cdot b \cdot a)$ має порядок 2, а $t \cdot z^{-2}$ та $z^{-2} \cdot t$ є підстановками $(m-2)$ -го порядку, тому отримуємо:

$$(\mu_3 \cdot \mu_5)^{m-2} = [\varepsilon; \varepsilon, z^{-1}, \varepsilon, z^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \mu_6,$$

звідки

$$\varphi_6^2 \cdot ((\varphi_6^{-1} \cdot \mu_1 \cdot \varphi_6) \cdot \mu_6) \cdot \varphi_6^{-2} = [\varepsilon; z, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_3,$$

$$(\varphi_6^3 \cdot ((\varphi_6^{-3} \cdot \gamma_3^{-2} \cdot \varphi_6^3) \cdot \mu_3) \cdot \varphi_6^{-3})^{-1} = [\varepsilon; t, \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_3,$$

$$((\varphi_6^{-1} \cdot \mu_1^{-1} \cdot \varphi_6) \cdot \psi_6 \cdot (\varphi_6^{-3} \cdot \delta_3 \cdot \varphi_6^3))^{-1} = [b; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_3,$$

що й доводить даний випадок.

Випадок 7. Нехай n — парне, m — непарне натуральні числа, причому нехай m не ділиться на 3. Тоді в групі $A_n \wr A_m$, згідно з лемою 3, можна визначити незвідну систему твірних (4). Покажемо, що таблиці φ_7 та ψ_7 , задані в (11), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ при так заданих n та m .

Одразу маємо, що $\alpha_4 = \varphi_7$ та $\psi_7 \cdot \varphi_7^{-1} = [d \cdot c^{-1}; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y] = \nu_1$. Оскільки $c \cdot d^{-1} = (1, n-1, n)$, то $\nu_1^3 = [\varepsilon; y, \varepsilon, x^3, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y, y] = \nu_2$. Тому, враховуючи, що $m \not\equiv 3$, маємо:



(i) якщо $m \equiv 1(\bmod 3)$, то $(\nu_2^{(m-1)/3})^{m-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, \varepsilon]$;

(ii) якщо $m \equiv -1(\bmod 3)$, то $(\nu_2^{(m+1)/3})^{m+1} = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, \varepsilon]$.

Позначимо $\nu_3 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, \varepsilon]$. Тоді для обох випадків матимемо:

$$\varphi_7^2 \cdot \nu_3 \cdot \varphi_7^{-2} = [\varepsilon; x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, \varepsilon] = \gamma_4.$$

Проведемо далі наступні обчислення:

$$(\psi_7 \cdot \varphi_7^{-1})^3 \cdot \nu_3^{-3} = [\varepsilon; y, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y, y] = \nu_4,$$

$$\psi_7 \cdot \nu_3^{-1} = [d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y] = \nu_5, \quad (\psi_7 \cdot \nu_3^{-1})^{n-1} = [\varepsilon; \varepsilon, y, y, \dots, y] = \nu_6,$$

$$(\psi_7 \cdot \nu_3^{-1}) \cdot \varphi_7^{-1} = [d \cdot c^{-1}; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y] = \nu_7,$$

$$\nu_5 \cdot \varphi_7^{-1} \cdot \nu_5 = [d \cdot c^{-1} \cdot d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y, y] = \nu_8,$$

$$\varphi_7 \cdot \nu_4^2 \cdot \varphi_7^{-1} = [\varepsilon; \varepsilon, \dots, \varepsilon, y^2, y^2, y^2] = \nu_9, \quad \nu_9 \cdot \nu_8 = [d \cdot c^{-1} \cdot d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y^2, \varepsilon, \varepsilon] = \nu_{10}.$$

Зауважимо далі, що $d \cdot c^{-1} \cdot d = (1, n)(2, 3, \dots, n-1)$ і, оскільки n парне,

порядок такого добутку дорівнює $\frac{n-2}{2}$.

$$\text{Тому } (\nu_{10})^{(n-2)/2} = [\varepsilon; \varepsilon, y^2, \dots, y^2, y^2, \varepsilon] = \nu_{11}, \quad \nu_{11} \cdot \nu_6 = [\varepsilon; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, y] = \nu_{12},$$

$$\text{звідки } \nu_5 \cdot \nu_{12}^2 = [d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon, \varepsilon] = \beta_4.$$

$$\text{Нарешті, } \alpha_4^{-1} \cdot (\beta_4^{-1} \cdot \nu_{12} \cdot \beta_4) \cdot \alpha_4 = [\varepsilon; y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_4.$$

Випадок 8. Нехай тепер n — парне, m — непарне натуральні числа, причому нехай m кратне 3. Тоді в групі $A_n \wr A_m$, згідно з лемою 3, можна визначити незвідну систему твірних (4). Покажемо, що таблиці φ_8 та ψ_8 , задані в (12), утворюють систему твірних групи $A_n \wr A_m$ при так заданих n та m .

Із (12) маємо, що $\alpha_4 = \varphi_8$ та

$$\varphi_8^{-1} \cdot \psi_8^3 \cdot \varphi_8 = [\varepsilon; x, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, x] = \sigma_1, \quad \varphi_8^{-1} \cdot \psi_8 = [d^{-1}; \varepsilon, x, y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_2,$$

$$\varphi_8^{-2} \cdot \psi_8^3 \cdot \varphi_8^2 = [\varepsilon; \varepsilon, x, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, x] = \sigma_3,$$

$$\sigma_2 \cdot \sigma_3^{-1} = [d^{-1}; \varepsilon, \varepsilon, y \cdot x^{-1}, x^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_4,$$

$$\sigma_4^{-1} \cdot \varphi_8^{-1} = [d \cdot c^{-1}; \varepsilon, xy^{-1}, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_5.$$

Оскільки порядок підстановки $x \cdot y^{-1} \in A_m$ дорівнює $(m-2)$, та, згідно з умовою, m — непарне, проведемо наступні обчислення:

$$(\sigma_5^m)^{(m-1)/2} = [\varepsilon; \varepsilon, x \cdot y^{-1}, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_6,$$

$$(\sigma_6^{-1} \cdot \psi_8) \cdot \sigma_1 = [c \cdot d^{-1}; x^2, y \cdot x^{-1} \cdot y \cdot x, \varepsilon, \dots, \varepsilon, x, \varepsilon] = \sigma_7,$$

$$\sigma_7^m = [\varepsilon; \varepsilon, y \cdot x^{-1} \cdot y \cdot x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_8, \quad \sigma_6^2 \cdot \sigma_8 = [\varepsilon; \varepsilon, x^2, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_9,$$

$$(\sigma_9)^{(m+1)/2} = [\varepsilon; \varepsilon, x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \sigma_{10}.$$

Звідси

$$\varphi_8 \cdot \sigma_{10} \cdot \varphi_8^{-1} = [\varepsilon; x, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \gamma_4, \quad (\varphi_8 \cdot (\varphi_8^{-1} \cdot \gamma_4^{-1} \cdot \varphi_8) \cdot \sigma_6 \cdot \varphi_8^{-1})^{-1} = [\varepsilon; y, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \delta_4 \text{ та}$$

$$((\varphi_8^{-1} \cdot \gamma_4^{-1} \cdot \varphi_8) \cdot (\varphi_8^{-2} \cdot \delta_4^{-1} \cdot \varphi_8^2) \cdot \sigma_2)^{-1} = [d; \varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon] = \beta_4. \quad \text{Теорему доведено.}$$

Зауважимо, що при побудові двохелементних систем твірних групи $A_n \wr A_m$ випадки $n, m = 2, 3$ є тривіальними, оскільки групи A_2 і A_3 є циклічними.

**Висновки.**

У роботі досліджено питання про мінімальні (щодо кількості елементів) системи твірних деяких груп. Установлено, що вінцевий добуток двох знакозмінних груп завжди є 2-породженням. Побудовано конкретні приклади двохелементних систем твірних в таких групах.

Література:

1. Isaacs I.M., Thilo Zieschang. Generating symmetric groups // Math. Notes.— 1995.— 10.— P.734-738.
2. Пикар С. О базисах симметрической группы // Кибернетический сборник, Москва: Мир, 1965.— Вып. 1.— С.7-34.
3. Калужнин Л.А., Суцанский В.И. Преобразования и перестановки. —М.: Наука, 1985. — 112с.
4. Суцанський В.І., Сікора В.С. Операції на групах підстановок. Теорія та застосування.— Чернівці: Технодрук, 2017.— 240 с.
5. Сікора В.С. Мінімальні системи твірних скінченних гіпероктаедральних, мономіальних, метасиметричних та автоматних груп підстановок.— Чернівці: Технодрук, 2018.— 168 с.
6. Сікора В.С. Двоелементні бази гіпероктаедральних груп // Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки.— 1999.— Вип. 1.— С.87–93.
7. Сікора В.С. Розклади елементів мономіальних груп над скінченними полями за мінімальними базами // Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки.— 1999.— Вип. 3.— С.71–79.
8. Сікора В.С. Діаметр графа Келі вінцевого добутку двох симетричних груп для двохелементної системи твірних // Науковий вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць. Математика.— Чернівці: ЧДУ, 2000.— Вип. 76.— С.99–105.
9. Заводя М.В., Сікора В.С. Двохелементні системи твірних вінцевого добутку двох знакозмінних груп // Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки.— 2002.— Вип. 2.— С. 54–63.

Abstracts. In the article it is obtained that wreath product of two alternating groups is 2-generated. The examples of two-element generators systems are constructed for such groups.

Key words: wreath product, alternating groups, generators systems.

Стаття відправлена 28.02.2020 р.

© Сікора В.С.



Экспертно-рецензионный Совет журнала

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, Оренбургский государственный университет, Россия
Антошкина Елизавета Григорьевна, Южно-Уральский государственный университет, Россия
Артюхина Марина Владимировна, Славянский государственный педагогический университет, Украина
Афинская Зоя Николаевна, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия
Башлай Сергей Викторович, Украинская академия банковского дела, Украина
Белоус Татьяна Михайловна, Буковинская государственная медицинская академия, Украина
Бондаренко Юлия Сергеевна, ПГУ им. Т.Г. Шевченко кафедра психологии, Украина
Бутырский Александр Геннадьевич, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, Россия
Василишин Виталий Ярославович, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина
Войцеховский Владимир Иванович, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Украина
Гаврилова Ирина Викторовна, Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И.Носова, Россия
Гинис Лариса Александровна, Южный федеральный университет, Россия
Гутова Светлана Георгиевна, Нижневартовский государственный университет, Россия
Иванова Светлана Юрьевна, Кемеровский государственный университет, Россия
Ивлев Антон Васильевич, Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И.Носова, Россия
Идрисова Земфира Назиповна, Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия
Илиев Веселин, Болгария
Кириллова Татьяна Климентьевна, Иркутский государственный университет путей сообщения, Россия
Коваленко Татьяна Антольевна, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Россия
Котова Светлана Сергеевна, Российский государственный профессионально-педагогический университет, Россия
Крестьянполь Любовь Юрьевна, Лудкий государственный технический университет, Украина
Кухтенко Галина Павловна, Национальный фармацевтический университет Украины, Украина
Лобачева Ольга Леонидовна, Горный университет, Россия
Ляшенко Дмитрий Алексеевич, Национальный транспортный университет, Украина
Макаренко Андрей Викторович, Донбасский государственный педагогический университет, Украина
Мельников Александр Юрьевич, Донбасская государственная машиностроительная академия, Украина
Мороз Людмила Ивановна, Национальный университет "Львовская политехника", Украина
Музылёв Дмитрий Александрович, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, Украина
Надопта Татьяна Анатольевна, Хмельницкий национальный университет, Украина
Напалков Сергей Васильевич, Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, Россия
Никулина Евгения Викторовна, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия
Орлова Анна Викторовна, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия
Осипов Виктор Авенирович, Тюменский государственный университет, Россия
Привалов Евгений Евграфович, Ставропольский государственный аграрный университет, Россия
Пыжьянова Наталия Владимировна, Украина
Сегин Любомир Васильевич, Славянский государственный педагогический университет, Украина
Сергиенко Александр Алексеевич, Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого, Украина
Сочинская-Сибирцева Ирина Николаевна, Кировоградский государственный технический университет, Украина
Сысоева Вера Александровна, Белорусский национальный технический университет, Беларусь
Тлеуов Асхат Халилович, Казахский агротехнический университет, Казахстан
Толбатов Володимир Аронович, Сумской государственный университет, Украина
Толбатов Сергей Владимирович, Сумской национальный аграрный университет, Украина
Ходжаева Гюльназ Казым кызы, Россия
Чигиринский Юлий Львович, Волгоградский государственный технический университет, Россия
Шехмирзова Анджела Мухарбиевна, Адыгейский государственный университет, Россия
Шпинковский Александр Анатольевич, Одесский национальный политехнический университет, Украина



Експертно-рецензійна Рада журналу

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, Оренбурзький державний університет, Росія
Антошкіна Єлизавета Григорівна, Південно-Уральський державний університет, Росія
Артюхina Марина Володимирівна, Слов'янський державний педагогічний університет, Україна
Афінська Зоя Миколаївна, Московський державний університет імені М.В. Ломоносова, Росія
Башлай Сергій Вікторович, Українська академія банківської справи, Україна
Білоус Тетяна Михайлівна, Буковинська державна медична академія, Україна
Бондаренко Юлія Сергіївна, ПГУ ім. Т.Г. Шевченка кафедра психології, Україна
Бутирський Олександр Геннадійович, Медична академія імені С.І. Георгіївського, Росія
Василишин Віталій Ярославович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна
Войцеховський Володимир Іванович, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
Гаврилова Ірина Вікторівна, Магнітогорський державний технічний університет імені Г.І.Носова, Росія
Гініс Лариса Олександрівна, Південний федеральний університет, Росія
Гутова Світлана Георгіївна, Нижневартівський державний університет, Росія
Іванова Світлана Юріївна, Кемеровський державний університет, Росія
Івлєв Антон Васильович, Магнітогорський державний технічний університет імені Г.І.Носова, Росія
Идрисова Земфіра Назіповна, Уфимський державний авіаційний технічний університет, Росія
Ілієв Веселін, Болгарія
Кирилова Тетяна Климентіївна, Іркутський державний університет шляхів сполучення, Росія
Коваленко Тетяна Антольевна, Поволзький державний університет телекомунікацій та інформатики, Росія
Котова Світлана Сергіївна, Російський державний професійно-педагогічний університет, Росія
Крест'янополь Любов Юріївна, Луцький державний технічний університет, Україна
Кухтенко Галина Павлівна, Національний фармацевтичний університет України, Україна
Лобачова Ольга Леонідівна, гірничий університет, Росія
Ляшенко Дмитро Олексійович, Національний транспортний університет, Україна
Макаренко Андрій Вікторович, Донбаський державний педагогічний університет, Україна
Мельников Олександр Юрійович, Донбаська державна машинобудівна академія, Україна
Мороз Людмила Іванівна, "Національний університет" "Львівська політехніка" "", Україна
Музилєв Дмитро Олександрович, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна
Надопта Тетяна Анатоліївна, Хмельницький національний університет, Україна
Напалков Сергій Васильович, Нижегородський державний університет імені Н.І. Лобачевського, Росія
Нікуліна Євгенія Вікторівна, Белгородський державний національний дослідницький університет, Росія
Орлова Анна Вікторівна, Белгородський державний національний дослідницький університет, Росія
Осипов Віктор Авенірович, Тюменський державний університет, Росія
Привалов Євген Євграфович, Ставропольський державний аграрний університет, Росія
Пижьянова Наталія Володимирівна, Україна
Сегін Любомир Васильович, Слов'янський державний педагогічний університет, Україна
Сергієнко Олександр Олексійович, Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, Україна
Сочинська-Сибірцева Ірина Миколаївна, Кіровоградський державний технічний університет, Україна
Сисоева Віра Олександрівна, Білоруський національний технічний університет, Білорусь
Тлеуов Асхат Халілович, Казахський агротехнічний університет, Казахстан
Толбатов Володимир Аронович, Сумський державний університет, Україна
Толбатов Сергій Володимирович, Сумський національний аграрний університет, Україна
Ходжаєва Гюльназ Казим кизи, Росія
Чигиринський Юлій Львович, Волгоградський державний технічний університет, Росія
Шехмірзова Анджела Мухарбієвна, Адигейський державний університет, Росія
Шпинковський Олександр Анатолійович, Одеський національний політехнічний університет, Україна



Expert-Peer Review Board of the journal

Abdulveleeva Rauza Rashitovna, Orenburg State University, Russia
Antoshkina Elizaveta Grigorevna, South Ural State University, Russia
Artyuhina Marina Vladimirovna, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Afinskaya Zoya Nikolaevna, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia
Bashlaj Sergej Viktorovich, Ukrainian Academy of Banking, Ukraine
Belous Tatyana Mihajlovna, Bukovinian State Medical Academy, Ukraine
Bondarenko Yuliya Sergeevna, PSU named after T.G. Shevcheckko Department of Psychology, Ukraine
Butyrskij Aleksandr Gennadevich, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russia
Vasilishin Vitalij Yaroslavovich, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
Vojtechovskij Vladimir Ivanovich, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Gavrilova Irina Viktorovna, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Ginis Larisa Aleksandrovna, South Federal University, Russia
Gutova Svetlana Georgievna, Nizhnevartovsk State University, Russia
Ivanova Svetlana Yurevna, Kemerovo State University, Russia
Ivlev Anton Vasilevich, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Idrisova Zemfira Nazipovna, Ufa State Aviation Technical University, Russia
Iliev Veselin, Bulgaria
Kirillova Tatyana Klimentevna, Irkutsk State Transport University, Russia
Kovalenko Tatyana Antolevna, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
Kotova Svetlana Sergeevna, Russian State Vocational Pedagogical University, Russia
Krestyanpol Lyubov Yurevna, Lutsk State Technical University, Ukraine
Kuhlenko Galina Pavlovna, National University of Pharmacy of Ukraine, Ukraine
Lobacheva Olga Leonidovna, Mining University, Russia
Lyashenko Dmitrij Alekseevich, National Transport University, Ukraine
Makarenko Andrej Viktorovich, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
Melnikov Aleksandr Yurevich, Donbass State Engineering Academy, Ukraine
Moroz Lyudmila Ivanovna, "National University" "Lviv Polytechnic" "", Ukraine
Muzylyov Dmitrij Aleksandrovich, Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko, Ukraine
Nadopta Tatyana Anatolievna, Khmelnytsky National University, Ukraine
Napalkov Sergej Vasilevich, Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Russia
Nikulina Evgeniya Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Orlova Anna Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Osipov Viktor Avenirovich, Tyumen State University, Russia
Privalov Evgenij Evgrafovich, Stavropol State Agrarian University, Russia
Pyzhanova Nataliya Vladimirovna, Ukraine
Segin Lyubomir Vasilovich, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Sergienko Aleksandr Alekseevich, Lviv National Medical University named after Daniil of Galitsky, Ukraine
Sochinskaya-Sibirceva Irina Nikolaevna, Kirovograd State Technical University, Ukraine
Sysoeva Vera Aleksandrovna, Belarusian National Technical University, Belarus
Tleuov Ashat Halilovich, Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan
Tolbatov Volodimir Aronovich, Sumy State University, Ukraine
Tolbatov Sergij Volodimirovich, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Hodzhaeva Gyulnaz Kazym kyzy, Russia
Chigirinskij Yulij Lvovich, Volgograd State Technical University, Russia
Shehmirezova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia
Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Інноваційна техніка, технології та промисловість*Innovative engineering, technology and industry**Інноваційна техніка, технології і промисловість*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-016>

12

FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM (HACCP) UNDER THE TERMS OF ECOMYASO POLISSIA LLC

*СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ (НАССР) В УМОВАХ ТОВ «ЕКОМ'ЯСО ПОЛІССЯ»**Trokhymenko V./Трохименко В.З., Didukh M./Дідух М.І., Kovalchuk T./Ковальчук Т.І.**Zakharin V./Захарін В.В., Bezverkha L./Безверха Л.М.*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-020>

18

COOLER WITH FOLDED BRANCHES FOR COMPUTER PROCESSOR

*ОХЛАДИТЕЛЬ С ОТКРЫТЫМИ ТЕРМОЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЦЕССОРА**Danilakiy O.G./Данілакій О. Г.*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-034>

25

METHOD AND EQUIPMENT FOR SOLID FUEL AND WASTE COMBUSTION

*СПОСІБ І УСТАНОВКА ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ТА ВІДХОДІВ**Sklyarenko E.V./Склярєнко Є.В., Vorobiov L.Y./Воробієв Л.Й*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-052>

37

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF THE PRIMARY MEASURES TO REDUCE THE EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES IN THE COMBUSTION OF DIFFERENT FUELS

*ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРВИННИХ ЗАХОДІВ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ NO_x ПРИ СПАЛЮВАННІ РІЗНИХ ПАЛИВ**Rindyuk D.V./Риндюк Д.В., Bednarska I. S./Беднарська І.С.**Sheleshey T.V./Шелешей Т.В., Dubas D.O./Дубас Д.О.*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-053>

43

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE HEATING MODE ON THE TEMPERATURE OF THE EXHAUST GASES IN THE BOILER UNITS WITH THEIR MODERNIZATION ON THE BASIS OF A CURRENT LINE

*АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТОПКОВОГО РЕЖИМУ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ В КОТЛОАГРЕГАТАХ ПРИ ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЇ НА ОСНОВІ СТРУМЕНЕВО-НІШЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**Abdulin M.Z./Абдулін М.З., Sheleshey T.V./Шелешей Т.В., Kunitk.A.A./Куник А.А.*
<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-054>

52

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF FATS ON THE QUALITY OF GLUTEN-FREE BREAD

*ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИРОВ НА КАЧЕСТВО БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛЕБА**Hryshchenko A.N./Грищенко А.Н.*



<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-058> 58

USE OF GOLDEN FLEX SEED IN THE PRODUCTION OF ORGANIC BREAD STICKS FOR SPECIAL PURPOSES

ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ЗОЛОТОГО У ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНІЧНИХ ХЛІБНИХ ПАЛИЧОК СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Bondarenko Yu.V./Бондаренко Ю.В., Bilyk O.A./Білик О.А., Borschova O.A./Борцова О.А.

Информатика, кибернетика и автоматика

Computer science, cybernetics and automatics

Інформатика, кібернетика та автоматика

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-005> 64

FUZZY ROBUST REGRESSION ANALYSIS, A CASE OF FUZZY DEPENDENT VARIABLE

НЕЧЁТКИЙ РОБАСТНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, СЛУЧАЙ НЕЧЁТКОЙ ЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Gritsyuk V, I./Грицюк В.И.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-006> 70

PATIENT EYE TRACKING COMPUTER SYSTEM

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА СТЕЖЕННЯ ЗА ОЧИМА ПАЦІЄНТА

Solomin A.V./Соломін А.В., Kornienko G.A./Корнієнко Г.А.

Getun G.V./Гетун Г.В., Kovalenko M.V./Коваленко М.В.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-012> 74

DETERMINATION OF MODELS OF NORMATED AUTO-CORRELATION FUNCTIONS AS A CHARACTERISTICS OF STOCHASTIC PROCESSES WHICH HAPPEN WHEN THE BORING

ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛЕЙ НОРМОВАНИХ АВТОКОРЕЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ ЯК ХАРАКТЕРИСТИК СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПРИ ПОГЛИБЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН

Zvarych H./Зварич Г.Г.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-062> 81

THE INNOVATION CYBERACMEOLOGY – INFORMATION TECHNOLOGY OF DESIGNING IS AND HUMAN-COMPUTER COMPLEXES

ІННОВАЦІЙНА КІБЕРАКМЕОЛОГІЯ - ІННОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ

ПРОЕКТУВАННЯ ЛЮДИНО-КОМП'ЮТЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Antonov V.M./Антонов В.М.

Системы безопасности в современном мире

Security systems in the modern world

Системи безпеки у сучасному світі

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-042> 85

ISSUES OF METHODOLOGICAL SUPPORT FOR MONITORING EMERGENCY TOXIC POLLUTION OF TRANSBOUNDARY RIVERS

ВОПРОСЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА АВАРИЙНОГО ТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

Predeina L.M./Предеина Л.М., Khorugaja T.A./Хоружая Т.А.

**Архитектура и строительство***Architecture and construction**Архітектура і будівництво*<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-024>

90

LAND SERVICE AND ITS INSTALLATION*ЗЕМЕЛЬНИЙ СЕРВІТУТ ТА ЙОГО ВСТАНОВЛЕННЯ**Titova S.V/ Тимова С.В., Remyga Y./Ремуза Ю.*<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-030>

100

A MODERN APPROACH TO THE DESIGN OF AREA AROUND THE SECONDARY EDUCATION ESTABLISHMENTS WITH THE USE OF GREEN SPACE ELEMENTS*СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ НАВКОЛО ЗАКЛАДІВ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ОЗЕЛЕНЕННЯ**Олешко О.П./Oleshko O.P., Петровська Ю.Р./Petrovska Yu.R., Якимущин Д.І./Yakymyshyn D.I.*<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-037>

104

SCENARIO OF THE CITY & RIVER RELATIONSHIP (for example the river Prut and city Chernivtsi)*СЦЕНАРІЇ ВЗАЄМОДІЇ МІСТА ТА РІЧКИ (на прикладі річки Прут і міста Чернівці)**Chernova I./Чернова І.***Физика и математика***Physics and mathematics**Фізика і математика*<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr11-02-003>

110

TWO-ELEMENT GENERATORS SYSTEMS OF THE WREATH PRODUCT OF SOME GROUPS*ДВОХЕЛЕМЕНТНІ СИСТЕМИ ТВІРНИХ ВІНЦЕВОГО ДОБУТКУ ДЕЯКИХ ГРУП**Sikora V.S./Сікора В.С.*



Scientific publication

Международный периодический рецензируемый научный журнал
International periodic scientific journal

Modern scientific researches
Современные научные исследования
Issue №11
Part 2
March 2020

Indexed in INDEXCOPERNICUS (high impact-factor)

Development of the original layout - "Yolnat PE"

Signed: 17.04.2020

Yolnat PE
220092, Minsk, ul. Beruta, d.3B, room 72, room 4a
E-mail: orgcom@sworld.education



www.modscires.pro

*The publisher is not responsible for the reliability of the
information and scientific results presented in the articles*

With the support of research project SWorld
www.sworld.education





www.modscires.pro

e-mail: editor@modscires.pro