

ISSN 1990-9047
e-ISSN 2541-853X
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

№ 2(76)/2020

ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ

НАУКИ И ПРАКТИКИ

Университет им. В. И. Вернадского

Ассоциация
«Объединенный университет
им. В. И. Вернадского»

**Ассоциация «Объединенный университет
им. В. И. Вернадского»**

**ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.
УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ВЕРНАДСКОГО**

*Основан в 2005 году
Выходит 4 раза в год*

Учредители: Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Ассоциированные члены:

Неправительственный экологический фонд им. В. И. Вернадского

Главный редактор

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

Средство массовой информации зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Регистрационный номер СМИ ПИ № ФС77-23504 от 28.02.2006

В соответствии с решениями президиума Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ журнал «Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Представление материалов в редакционный отдел является конклюдентным действием.
Согласие авторов на опубликование материала, а также на размещение его в электронных версиях журнала предполагается

ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ГТТУ»

Адрес: 392000, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Советская, д. 106. Тел. (4752) 63 10 19;
e-mail: tstu@admin.tstu.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

392000, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Советская, д. 106. Тел. (4752) 63 81 08;
e-mail: eco@nnn.tstu.ru

Редакторы: *О. В. Мочалина, И. М. Курносова*; редактор иностранного перевода *Н. А. Гунина*
Инженеры по компьютерному макетированию *О. В. Мочалина, С. Ю. Прохорская*

Подписано в печать 21.05.2020. Дата выхода в свет 09.06.2020.

Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 14,88. Уч.-изд. л. 15,30. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 013.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет».
392032, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112А. Тел.: (4752) 63 03 91, (4752) 63 07 46

ISSN 1990-9047
e-ISSN 2541-853X
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

Знак информационной продукции 16+

© Ассоциация «Объединенный университет имени В. И. Вернадского», 2020
© Неправительственный экологический фонд имени В. И. Вернадского, 2020
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 2020
© ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 2020
© ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2020

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Антипов Сергей Тихонович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ); тел.: (4732) 553896; e-mail: post@vsuet.ru
- Битюков Виталий Ксенофонович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; заведующий кафедрой «Информационные и управляющие системы» ВГУИТ; тел.: (4732) 554267, 553521; e-mail: post@vsuet.ru
- Бабушкин Вадим Анатольевич** – д-р с.-х. наук, профессор; ректор Мичуринского государственного аграрного университета (МичГАУ); тел.: (47545) 94501; e-mail: babushkin@mgau.ru
- Бешенков Сергей Александрович** – д-р пед. наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования» (ИУО РАО); тел.: 8 9104754660; e-mail: srg57@mail.ru
- Грачев Владимир Александрович** – д-р техн. наук, профессор; член-корреспондент РАН; президент Неправительственного экологического фонда им. В. И. Вернадского; главный редактор журнала «Ноосфера»; тел.: (495) 9537562; e-mail: vagrachev@gmail.com
- Горбашко Елена Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; проректор по качеству, заведующая кафедрой «Экономика и управление качеством» Санкт-Петербургского государственного экономического университета; тел.: (812) 4589714; e-mail: gorbashko.e@unecon.ru
- Денисова Анна Леонидовна** – д-р пед. наук, д-р экон. наук, профессор; директор Института делового администрирования и бизнеса Финансового университета при Правительстве РФ; тел.: (499) 9439398, (916) 3485081; e-mail: annadenisova@mail.ru
- Ди Феличе Ренцо** – профессор инженерной химии отделения гражданской, химической и экологической инженерии Университета г. Генуи (Италия); тел.: +390103532924; e-mail: renzo.difelice@unige.it
- Езерский Валерий Александрович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Основы строительства и строительная физика» Белостокского политехнического института (Польша); тел.: (4752) 638975, +375 (29) 802-92-05; e-mail: wizer53@rambler.ru
- Завражнов Анатолий Иванович** – д-р техн. наук, профессор; академик РАН; почетный член Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского», главный научный сотрудник МичГАУ; тел.: (47545) 52233; e-mail: prezident@mgau.ru
- Зауля Александр Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; директор ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии; заведующий кафедрой «Агроинженерия» ТамбГТУ; тел.: (47545) 440248; e-mail: viitin-adm@mail.ru
- Злобина Наталья Васильевна** – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования ТамбГТУ; тел.: (4752) 630734; e-mail: idpo@admin.tstu.ru
- Иванова Татьяна Юрьевна** – д-р экон. наук, профессор; заведующая кафедрой управления ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»; тел.: +7 (8422) 320697; e-mail: tivanova.j@gmail.com
- Иниеста Иисус** – д-р хим. наук, профессор; департамент физической химии Университета г. Аликанте (Испания); тел.: +34965909850; e-mail: jesus.iniesta@ua.es
- Комарова Эмилия Павловна** – д-р пед. наук, профессор кафедры иностранных языков и технологий перевода ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ); тел.: 8 9192450544; e-mail: vivtkmk@mail.ru
- Краснянский Михаил Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; ректор ТамбГТУ; президент Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»; тел.: (4752) 631019; e-mail: tstu@admin.tstu.ru
- Корнеева Ольга Сергеевна** – д-р биол. наук, профессор; заведующая кафедрой «Биоинженерия и биоинформатика» ВГУИТ; начальник управления науки и инноваций; тел.: (4732) 555557; e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru
- Кудяров Валерий Николаевич** – д-р биол. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; директор учреждения науки «Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН»; тел.: (4967) 733634; e-mail: kudeyarov@issp.serpukhov.su

- Кузнецов Олег Леонидович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; президент Международного университета природы, общества и человека «Дубна»; тел.: (499) 7379340; e-mail: olk@uni-dubna.ru
- Матвейкин Валерий Григорьевич** – д-р техн. наук, профессор; заместитель генерального директора ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление» ТамбГТУ; тел.: (4752) 639187; e-mail: valery.mat@gambler.ru
- Молоткова Наталия Вячеславовна** – д-р пед. наук, профессор; первый проректор ТамбГТУ; тел.: (4752) 630649; e-mail: nvmolotkova@admin.tstu.ru
- Мищенко Елена Сергеевна** – д-р экон. наук, профессор; проректор по международной деятельности ТамбГТУ; тел.: (4752) 632002; e-mail: int@tstu.ru
- Мищенко Сергей Владимирович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; научный руководитель кафедры «Мехатроника и технологические измерения» ТамбГТУ; тел.: (4752) 630870; e-mail: kafedra@uks.tstu.ru
- Миньоне Андреа** – профессор факультета политических наук Университета г. Генуя (Италия); тел.: + 39010 2099067; e-mail: Andrea.Mignone@unige.it
- Печерская Эвелина Павловна** – д-р пед. наук, канд. экон. наук, профессор; Заслуженный работник высшей школы РФ, директор Института систем управления ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет»; тел.: 8 9272057010; e-mail: recherskaya@sseu.ru
- Пещерова Ольга Викторовна** – ассистент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; ответственный секретарь; тел.: (4752) 630365; e-mail: eco@nnn.tstu.ru
- Попов Николай Сергеевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; заслуженный работник высшей школы РФ; главный редактор; тел.: (4752) 630365; e-mail: eco@nnn.tstu.ru
- Пучков Николай Петрович** – д-р пед. наук, профессор; заведующий кафедрой высшей математики ТамбГТУ; тел.: + 7 (4752) 63-04-38; e-mail: uaa@nnn.tstu.ru
- Ракитина Елена Александровна** – д-р пед. наук, профессор; начальник управления образовательных программ ТамбГТУ; тел.: (4752) 630146; e-mail: teach@admin.tstu.ru
- Салимова Татьяна Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; декан экономического факультета ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»; тел.: +7 (8342) 244920; 290885; e-mail: tasalimova@yandex.ru
- Сафонов Сергей Владимирович** – канд. пед. наук, доцент; почетный работник высшего профессионального образования РФ; первый проректор Воронежского государственного технического университета; тел.: (473) 2462990; e-mail: safonov@vorstu.ru
- Спирidonov Сергей Павлович** – д-р экон. наук, профессор; директор Института экономики и качества жизни ТамбГТУ; тел.: (4752) 630169; e-mail: ecodec@admin.tstu.ru
- Степанов Кирилл Александрович** – канд. экон. наук, доцент; председатель Национальной экологической аудиторской палаты; директор Института права природопользования и экологического аудита; член Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме РАН; тел.: (925) 4608818; e-mail: stkir@bk.ru
- Стяжкин Константин Кириллович** – д-р биол. наук, профессор; генеральный директор ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; тел.: (4752) 560680; e-mail: mail@roshimzaschita.ru
- Тарасова Наталия Павловна** – д-р хим. наук, профессор; член-корреспондент РАН; директор Института химии и проблем устойчивого развития, заведующая кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития»; тел.: (499) 9732419; e-mail: tarasnp@muctr.ru
- Толстяков Роман Рашидович** – д-р экон. наук, профессор, декан факультета ««Естественнонаучный и гуманитарный»» ТамбГТУ; тел.: (4752) 630453; e-mail: tolstyakoff@mail.ru
- Фурсаев Дмитрий Владимирович** – д-р физ.-мат. наук, доцент; ректор Международного университета природы, общества и человека «Дубна»; тел.: (496) 2166001; e-mail: rector@uni-dubna.ru
- Шувалов Владимир Анатольевич** – д-р биол. наук, академик РАН; директор учреждения науки «Институт фундаментальных проблем биологии РАН»; тел.: (4967) 733601; e-mail: shuvalov@issp.serpukhov.su

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки	9
<i>Экология</i>	9
Глушанкова И. С., Михайлова А. М., Жуланова А. Е. Выбор реагентов для локальной очистки сточных вод целлюлозно-бумажного производства.....	9
Попова Л. В., Студеникина Л. Н., Корчагин В. И., Репин П. С. Утилизация оксо-неустойчивых отходов растительного происхождения при получении олеохимикатов	16
Святченко А. В., Сапронова Ж. А. Очистка ливневых стоков автозаправочных станций от нефтепродуктов и взвешенных веществ.....	23
Студеникина Л. Н., Корчагин В. И., Попова Л. В. К вопросу экологической безопасности при использовании модифицированных полиолефинов ускоренной биodeградации	35
Федорчук Ю. М., Матвиенко В. В. Разработка технологии рециклинга отработанного гранатового песка после гидроабразивной резки	43
Экономика и управление народным хозяйством	56
<i>Теория и практика устойчивого экономического развития</i>	56
Золотова В. А. Перспективы управления высокотехнологичными предприятиями промышленности России	56
Иванова Т. Ю., Кочкова Я. А. Цифровая экономика как фундамент новых экономических направлений деятельности	61
Коновалов А. С., Кублин И. М. Роботизация агропромышленного комплекса: актуальность, перспективы и проблемы развития	75
Мирошина Е. А., Краснянский А. М., Титяпов Г. В. Китай как основа международного разделения труда в сфере электроники при пандемии коронавируса	87
Попов Н. С., Пещерова О. В., Чуксин А. А. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть I....	91
<i>Информационно-коммуникационные технологии в экономике и бизнесе</i>	107
Ковалева О. А., Повернова О. А., Олифиренко Д. В. Омниканальный банкинг – глобальный тренд банковской информатизации.....	107

Педагогика. Теория и методика профессионального образования	115
<i>Психология и педагогика</i>	115
Воякина Е. Ю., Ильина И. Е. Анализ невербальных средств коммуникации и его роль в преподавании иностранного языка (<i>на английском языке</i>).....	115
Мирзоев Р. Р., Кодиров Б. Р. Развитие творческого мышления студентов в процессе обучения высшей математике средствами расчетно-графических работ.....	126
Нахман А. Д. Методологические особенности и технологические приемы решения неравенств	133
Ряховская А. Ю. История развития методов обучения иностранным языкам в России	146
<i>Профессиональное образование</i>	154
Попов А. И., Пучков Н. П. Развитие духовности в техническом образовании	154
Хроника. События. Факты	167
Памяти профессора Мильруда Радислава Петровича (<i>Н. А. Гунина, О. Е. Поляков</i>)	167

CONTENTS

Biological Sciences	9
<i>Ecology</i>	9
Glushankova I. S., Mikhailova A. M., Zhulanova A. E. Selecting Reagents for Local Wastewater Treatment in the Pulp and Paper Industry	9
Popova L. V., Studenikina L. N., Korchagin V. I., Repin P. S. Utilization of Oxo-Unstable Wastes of Plant Origin when Producing Oleochemicals.....	16
Svyatchenko A. V., Sapronova J. A. Purification of Storm Water from Gas Stations from Petroleum Products and Suspended Solids.....	23
Studenikina L. N., Korchagin V. I., Popova L. V. The Environmental Safety when Using Modified Polyolefins of Accelerated Biodegradation	35
Fedorchuk Yu. M., Matvienko V. V. The Development of Technology for Recycling Spent Pomegranate Sand after Waterjet Cutting.....	43
Economics and Economy Administration	56
<i>Theory and Practice of Sustainable Economic Development</i>	56
Zolotova V. A. Prospects for Managing High-Tech Industrial Enterprises in Russia	56
Ivanova T. Yu., Kochkova Ya. A. Digital Economy as a Foundation of New Economic Activities.....	61
Konovalov A. S., Kublin I. M. Agribusiness Robotization: Relevance, Development Prospects and Problems.....	75
Miroshina E. A., Krasnyansky A. M., Tityapov G. V. China as the Basis of the International Division of Labor in the Field of Electronics during the Pandemic of Coronavirus Infection.....	87
Popov N. S., Peshcherova O. V., Chuksin A. A. Some Features in the Formulation and Solution of the Regional Tasks of Sustainable Development. Part I.....	91
<i>Information and Communication Technologies in Economics and Business</i>	107
Kovaleva O. A., Povernova O. A., Olifirenko D. V. Omni-Channel Banking as a Global Trend in Banking Computerization.....	107

Pedagogy. Theory and Methods of Professional Education	115
<i>Psychology and Pedagogy</i>	115
Voyakina E. Yu., Ilyina I. E. The Analysis of Non-Verbal Means of Communication and its Role in Foreign Language Teaching (<i>in English</i>)	115
Mirzoev R. R., Kodirov B. R. The Development of Students' Creative Thinking in the Process of Teaching Higher Mathematics by Means of Computational and Graphic Work	126
Nakhman A. D. Methodological Features and Technological Techniques of Solving Inequalities	133
Ryakhovskaya A. Yu. The History of the Development of Teaching Foreign Languages in Russia	146
<i>Professional Education</i>	154
Popov A. I., Puchkov N. P. The Development of Spirituality in Technical Education	154
Chronicle. Events. Facts	167
In memory of Professor Milrud Radislav Petrovich (<i>N. A. Gunina, O. E. Polyakov</i>)	167

Экология

УДК 628.3(628.345.1.)

DOI: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.009-015

ВЫБОР РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. С. Глушанкова, А. М. Михайлова, А. Е. Жуланова

*ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», г. Пермь, Россия*

Рецензент д-р биол. наук, профессор Т. В. Нурисламова

Ключевые слова: лигносульфонат; оптимальная доза реагента; серосодержащие соединения; сточная вода; целлюлозно-бумажная промышленность.

Аннотация: Исследованы процесс реагентной очистки лигнинсодержащих сточных вод предприятия Пермского края от лигносульфонатов и серосодержащих соединений; влияние сульфата железа (II), сульфата железа (III) и хлорида железа (III) на очистку сточных вод. Разработаны методы локальной очистки сточных вод производства целлюлозы. Определены оптимальные условия проведения процесса очистки. На основании экспериментальных данных установлено, что наиболее эффективно очистка сточных вод от лигносульфонатов, взвешенных веществ и серосодержащих соединений протекает в присутствии коагулянта – железного купороса и катионного флокулянта марки «Праестол».

Введение

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) – одна из ведущих отраслей лесного комплекса РФ. Известно, что для производства бумажной продукции требуется большое количество воды. На современных заводах по производству небеленой целлюлозы/бумаги и картона расход во-

Глушанкова Ирина Самуиловна – доктор технических наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды»; Михайлова Анна Михайловна – аспирант кафедры «Охрана окружающей среды», e-mail: anna95mix@yandex.ru; Жуланова Алёна Евгеньевна – аспирант кафедры «Охрана окружающей среды», ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия.

ды может составлять 10...40 м³/т и, соответственно, объемы образующихся сточных вод в зависимости от производительности объекта могут достигать более 1500 м³/час.

Сточные воды большинства предприятий ЦБП представляют собой смешанный поток, формирующийся в различных подразделениях предприятия и подвергающийся очистке на общезаводских очистных сооружениях по традиционной схеме: механической – в радиальных отстойниках и биологической – в аэротенках различного типа [1].

Известно, что при получении целлюлозы методом бисульфитной варки образуются варочные щелока, основным компонентом которых являются лигносульфонаты и лигносульфовые кислоты, и лигнинсодержащие сточные воды промывки целлюлозы в дефибраторе. Химическое потребление кислорода (ХПК) таких вод составляет 1200...4000 мгО₂/дм³. Особенностью лигнина и лигносульфонатов является длительный период их биоразрушения – от 200 суток и более [2, 3]. Поэтому эффективность очистки сточных вод ЦБП зависит от содержания лигносульфовых кислот и лигносульфонатов, что определяет необходимость разработки локальной очистки сточных вод производства целлюлозы от них.

Процесс очистки на общезаводских биологических очистных сооружениях открытого типа сопровождается эмиссиями серосодержащих соединений, что создает неблагоприятную экологическую и социальную ситуацию, так как многие предприятия данной отрасли находятся вблизи жилой застройки.

Цель работы – обоснование выбора реагентов для локальной очистки сточных вод от лигносульфонатов и серосодержащих соединений на примере одного из предприятия ЦБП Пермского края.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – сточные воды одного из производств получения целлюлозы методом бисульфитной варки из лиственных пород деревьев. В качестве примера в табл. 1 приведен усредненный состав сточных вод, которые образуются в цехе производства целлюлозы.

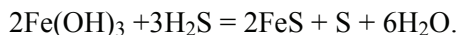
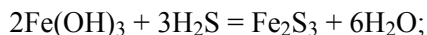
Таблица 1

Усредненный состав сточных вод цеха производства целлюлозы

Показатель	Значение
рН	7,8...8,5
Температура, °С	18...20
ХПК, мгО ₂ /дм ³	1500...2000
Лигносульфовые кислоты, мг/дм ³	300...400
Взвешенные вещества, мг/дм ³	700...800
Сульфат-ион, мг/дм ³	130...150
Сульфит-ион, мг/дм ³	100...120
Суммарное содержание Н ₂ С, НС ⁻ , S ²⁻ , мг/дм ³	20...24

При проведении исследований в качестве реагентов выбраны сульфат железа (II) и сульфат железа (III), так как они способны образовывать труднорастворимые соединения с сульфид-ионами ($\text{HS}^- + \text{Fe}^{2+} = \text{FeS} + \text{H}^+$, $3\text{HS}^- + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{FeS} + \text{S} + 3\text{H}^+$, $3\text{HS}^- + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Fe}_2\text{S}_3 + 3\text{H}^+$) и обладают высокой коагуляционной способностью.

Взаимодействие сероводорода с гидроксидом железа (III) можно представить реакциями:



Определение дозы коагулянта. Мерные стаканы помещают на магнитные мешалки и вносят в них по 100 см^3 исследуемой воды, затем вводят раствор коагулянта заданного объема. Растворы перемешивают в течение 3 мин при скорости 150...180 об./мин и в течение 10 мин при скорости 40 об./мин. Проводят наблюдение за процессом коагуляции и отстаивания примесей. Время отстаивания составляет 30...60 мин.

Степень хлопьеобразования оценивали по 10-и балльной шкале: 0 – отсутствие хлопка, 1 – едва различимый, 4 – небольшой, 6 – хлопок среднего размера, 8 – хороший, 10 – слишком вспухший хлопок ($> 1 \text{ см}$).

Для увеличения эффекта коагуляционной очистки использованы растворы флокулянтов марки «Праестол» с концентрацией $0,5 \text{ г/дм}^3$ [4].

Определение дозы флокулянта. Мерные стаканы помещают на магнитные мешалки и вносят в них по 100 см^3 исследуемой воды, затем вводят раствор коагулянта, доза которого определяется по ранее описанной методике, добавляют щелочной реагент для доведения pH раствора до оптимальной величины. После трех минут контакта пробы воды с коагулянтом добавляют раствор флокулянта заданного объема, пробу перемешивают в течение 30 с при частоте вращения 160 мин^{-1} , затем переливают в цилиндры объемом 100 мл и наблюдают за процессами коагуляции, флокуляции и отстаивания примесей. Время отстаивания составляет 30...60 мин [6].

Для регулирования pH исследуемой воды использовали растворы гидроксида натрия и соляной кислоты с концентрацией 1 моль/дм^3 каждый; pH определяли на приборе pH-150МИ.

Контролировали процесс очистки по следующим показателям:

- цветность очищенной воды (определяли в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.207-04 по хромато-кобальтовой шкале);
- ХПК (проводили определение в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.100-97);
- концентрации сульфит-ионов, сульфид-, гидросульфид-ионов и сероводородной кислоты в потоках сточных вод (по методу Лурье).

Результаты исследований и обсуждение

Первоначальный этап исследования заключался в определении оптимальной дозы коагулянта (табл. 2). Известно, что процесс коагуляции сточных вод зависит от химического состава обрабатываемой воды, дозы коагулянта, величины pH при коагуляции.

Выбор коагулянта и определение его оптимальной дозы

Объем раствора коагулянта, мл	Доза реагента		pH	Оценка хлопьеобразования, баллы	Показатели качества очищенных сточных вод					
	г/дм ³ по ТП	мг/дм ³ по основному веществу			Гидро-сульфид-ион, мг/дм ³	Э, % по гидросульфид-иону	Цветность, °Ц	ХПК, мгО ₂ /дм ³	Э, % по ХПК	
	0		8,2	0	21,12	0	Более 300	2000	0	
<i>Исследуемая вода</i>										
<i>Сульфат железа (III)</i>										
1	0,36	100		4	17,46	17	200	1850	8	
2	0,72	200	8,5...9,0		15,28	28	180	1700	15	
3	1,08	300		6	10,56	50	120	1200	40	
<i>Железный купорос</i>										
1	0,51	100		4	11,25	47	250	1800	10	
2	1,02	200	8,5...9,0		6,54	69	150	1100	45	
3	1,53	300		6	3,84	82	80	540	73	

Примечание: ТП – товарный продукт; Э – эффективность.

Испытания коагулянтов проводили в следующей последовательности: определение оптимальной дозы коагулянтов и оптимальной величины рН-коагуляции.

Температура при испытаниях составляла 20...22 °С.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее эффективным реагентом для очистки сточных вод ЦБП от серосодержащих соединений является железный купорос. Наряду с глубокой очисткой от сульфид-ионов в присутствии железного купороса происходит очистка воды от взвешенных веществ и органических коллоидных примесей (лигносульфонатов). При установленной оптимальной дозе коагулянта 1,53 г/дм³ эффективность очистки от сульфид-ионов составляет 82 %, по ХПК – 73 %.

На следующем этапе проводилось обоснование выбора типов коагулянта и флокулянта и дозы флокулянта для очистки сточных вод от взвешенных веществ, лигносульфонатов и серосодержащих соединений, так как известно, что для повышения скорости осаждения образующихся хлопков коагулянта используют флокулянты [5]. Проведены исследования коагуляционной очистки сточных вод с использованием флокулянтов различного типа марки «Праестол»: анионного, катионного и неионогенного.

На рисунке 1 представлены зависимость высоты слоя осадка взвешенных веществ H , образующегося в присутствии анионного, катионного и неионогенного флокулянтов марки «Праестол».

Сравнительный анализ эффективности очистки воды по цветности D и сульфид-ионам показал, что наиболее целесообразно в качестве реагента использовать железный купорос.

Для повышения скорости осаждения образующихся осадков использовались флокулянты марки «Праестол» различного типа и молярной массы. Сравнение активности катионных, анионных и неионогенных флокулянтов по показателям (времени осаждения, высоты слоя осадка, ХПК осветленной воды) позволило установить, что при очистке лигнинсодержащих

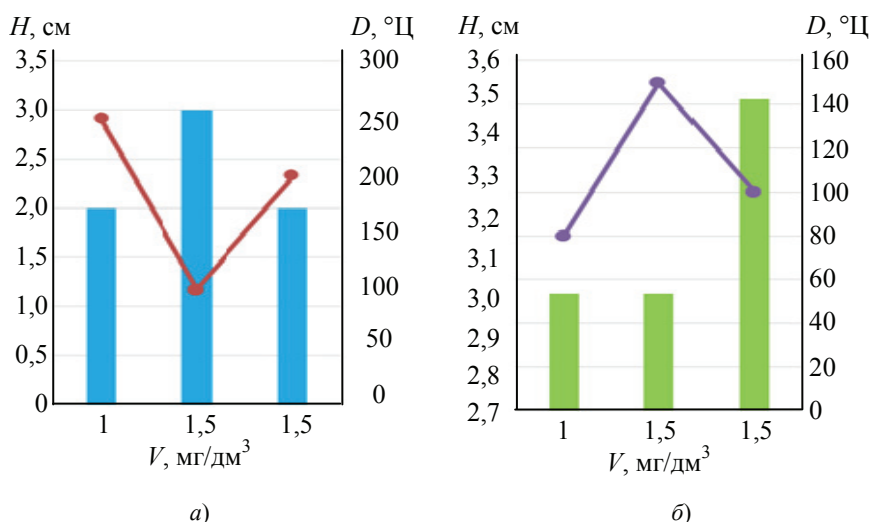


Рис. 1. Высота слоя осадка взвешенных веществ при различных дозах флокулянта V марки «Праестол»:
 a – сульфат железа (III); b – железный купорос

сточных вод с использованием в качестве коагулянта раствора железного купороса наиболее эффективно [7] применение катионного флокулянта. Установлена его оптимальная доза – 1...1,5 г/м³. Высокая эффективность катионного флокулянта, представляющего собой коллоидную систему с положительно заряженным потенциалобразующим ионом, по-видимому, объясняется взаимодействием данного иона с отрицательно заряженным ионом мицеллы лигносульфоната.

При проведении процесса в оптимальном режиме образуется легко осаждаемый уплотненный осадок, эффективность очистки сточных вод от сульфид-иона составляет 94 %, по ХПК – 70 %, цветность воды снижается в 3-4 раза.

Выводы

Проведенные исследования по локальной очистке сточных вод производства целлюлозы методом сульфитной варки от лигносульфонатов и серосодержащих соединений показали, что наиболее эффективно использовать в качестве реагента железный купорос.

Для увеличения эффекта коагуляционной очистки использованы флокулянты марки «Праестол». Исследовано влияния основности и дозы флокулянта на эффективность хлопьеобразования и осаждения взвешенных веществ.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее эффективно очистка сточных вод от лигносульфонатов и взвешенных веществ протекает в присутствии коагулянта железного купороса и катионного флокулянта марки «Праестол», о чем свидетельствует снижение цветности исследуемой воды.

Условия проведения процесса:

- рН – 8,7...9,0;
- доза коагулянта – 1,0...1,5 г/дм³ по товарному продукту в зависимости от исходной цветности воды и ХПК;
- флокулянт катионный «Праестол», доза 1,5 мг/дм³.

Список литературы

1. Михайлова, А. М. Реагентная обработка сточных вод целлюлозно-бумажного производства от лигнин- и серосодержащих соединений / А. М. Михайлова, И. С. Глушанкова, А. А. Сафиулина // Химия. Экология. Урбанистика. – 2019. – Т. 1. – С. 167 – 171.
2. Седова, Е. Л. Коагуляционно-адсорбционная очистка лигнинсодержащих сточных вод. – Текст : электронный / Е. Л. Седова, К. Б. Воронцов // Nauka-rastudent.ru : электрон. журнал. – 2014. – № 7. – URL : <http://nauka-rastudent.ru/7/1946/> (дата обращения: 03.02.2020).
3. Жмур, Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М. : Луч, 1997. – 172 с.
4. Быковский, Н. А. Очистка сульфидсодержащих сточных вод в электролизере с растворимым железным анодом / Н. А. Быковский, Л. Н. Пучкова, Н. С. Шулаев // Башкирский химический журнал. – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 78 – 81.
5. Чалакова, Е. С. Эффективность использования флокулянтов различных типов после коагуляционной очистки лигнинсодержащих сточных вод / Е. С. Чалакова // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2015. – № 4 (4). – С. 34 – 36.

6. Лурье, Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1966. – 168 с.

7. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков : учеб. для вузов / Б. Д. Богомолов, С. А. Сапотницкий, О. М. Соколов [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1989. – 360 с.

References

1. Mikhaylova A.M., Glushankova I.S., Safulina A.A. [Reagent wastewater treatment of pulp and paper production from lignin and sulfur compounds], *Khimiya. Ekologiya. Urbanistika* [Chemistry. Ecology. Urban Studies], 2019, vol. 1, pp. 167-171. (In Russ., abstract in Eng.)

2. <http://nauka-rastudent.ru/7/1946/> (accessed 03 February 2020).

3. Zhmur N.S. *Upravleniye protsessom i kontrol' rezul'tata ochistki stochnykh vod na sooruzheniyakh s aerotenkami* [Management of the process and control of the result of wastewater treatment at structures with aerotanks], Moscow: Luch, 1997, 172 p. (In Russ.)

4. Bykovskiy N.A., Puchkova L.N., Shulayev N.S. [Purification of sulfide-containing wastewater in an electrolyzer with a soluble iron anode], *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2006, vol. 13, no. 3, pp. 78-81. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Chalakova Ye.S. [Efficiency of using various types of flocculants after coagulation treatment of lignin-containing wastewater], *Innovatsionnyye tekhnologii v nauke i obrazovanii* [Innovative technologies in science and education], 2015, no. 4 (4), pp. 34-36. (In Russ.)

6. Lur'ye Yu.Yu., Rybnikova A.I. *Khimicheskiy analiz proizvodstvennykh stochnykh vod* [Chemical analysis of industrial wastewater], Moscow: Khimiya, 1966, 168 p. (In Russ.)

7. Bogomolov B.D., Sapotnitskiy S.A., Sokolov O.M. [et al.] *Pererabotka sul'fatnogo i sul'fitnogo shchelokov: uchebnyk dlya vuzov* [Processing of sulfate and sulfite liquors: a textbook for high schools], Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1989, 360 p. (In Russ.)

Selecting Reagents for Local Wastewater Treatment in the Pulp and Paper Industry

I. S. Glushankova, A. M. Mikhailova, A. E. Zhulanova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Keywords: lignosulfonate; optimal dose of reagent; sulfur compounds; waste water; pulp and paper industry.

Abstract: The process of reagent treatment of lignin-containing wastewater from lignosulfonates and sulfur-containing compounds at a Perm Territory enterprise was investigated; the effect of iron (II) sulfate, iron (III) sulfate and iron (III) chloride on wastewater treatment was studied. Methods for local wastewater treatment of cellulose production were developed. The optimal conditions for the cleaning process were determined. Based on experimental data, it was found that the most effective wastewater treatment from lignosulfonates, suspended solids and sulfur-containing compounds occurs in the presence of a coagulant - iron sulfate and cationic flocculant of the Praestol brand.

© И. С. Глушанкова, А. М. Михайлова, А. Е. Жуланова, 2020

УТИЛИЗАЦИЯ ОКСО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОЛЕОХИМИКАТОВ

**Л. В. Попова, Л. Н. Студеникина,
В. И. Корчагин, П. С. Репин**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор П. С. Беляев

Ключевые слова: вторичная переработка отходов; олеохимикаты; отработанная маслосодержащая микроцеллюлоза; отработанные адсорбенты рафинации растительных масел; целевые добавки к полимерам.

Аннотация: Отработанная маслосодержащая микроцеллюлоза, образующаяся на стадии вымораживания рафинации растительных масел, содержит до 60 – 70 % липидов. Рассмотрены существующие способы переработки отработанных адсорбентов. Установлено ограничение использования маслосодержащей микроцеллюлозы в течение нескольких суток с момента образования ввиду протекания на ее поверхности окислительных процессов. Предложены новые способы утилизации данных отходов, в том числе биотехнологические, в целевые добавки для полимеров и композитов, что способствует снижению антропогенного воздействия на окружающую среду за счет вовлечения отходов в технологический цикл и недопущения их размещения на полигонах ТКО.

При рафинации подсолнечного масла для извлечения растительных восков и пигментов (каротиноидов, хлорофиллов) традиционно применяются диатомитовые и перлитовые фильтровальные порошки, бентонито-

Попова Любовь Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, e-mail: luba030883@yandex.ru; Студеникина Любовь Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств; Корчагин Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств; Репин Павел Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, декан факультета довузовской подготовки, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия.

вые отбельные глины. При отделении сорбентов часть подсолнечного масла удаляется вместе с сопутствующими веществами в адсорбированном виде, при этом содержание жировой фракции в отработанных глинах и порошках может достигать 60 %. Микроцеллюлоза в качестве сорбента используется сравнительно недавно, поэтому данные о составе и свойствах отработанной маслосодержащей микроцеллюлозы (ОМЦ) практически отсутствуют.

Липидная фракция является ценным сырьем для других отраслей промышленности, однако, на сегодняшний день наиболее распространенным методом утилизации подобных сорбентов является захоронение на полигонах. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо их вторичное использование.

Некондиционные масла и жиросодержащие отходы традиционно перерабатывают на мыловаренных предприятиях с получением твердого мыла и мыльных паст. Однако наличие твердой фазы в рассматриваемых отходах затрудняет их использование в качестве сырья, так как сорбент переходит в подмыльные клеи и шелок, возникают технологические затруднения. Также на поверхности твердых мыл происходит «выпотевание» твердой фазы, вследствие чего ухудшается внешний вид готового продукта. Поэтому жиросодержащие сорбенты рекомендуется использовать в производстве моющих паст для чистки твердых поверхностей [1].

В нашей стране широко распространено направление использования жиросодержащих отходов в составе комбикормов, в то же время в Европе действует запрет на подобное применение. В России отработанные сорбенты используют в качестве источника жировых компонентов, микроэлементов, биологически активных веществ, при этом, например, у кур-несушек наблюдают повышение продуктивности на 10 – 15 % [2].

Возможно введение жиросодержащих отходов в компостные смеси совместно с другими растительными остатками для получения составного органического удобрения. Отмечается также использование отработанных фильтровальных порошков в составе смазок на метизных заводах. Из отходов стадии вымораживания возможно извлечение растительных масел и восков с последующим их разделением на товарные продукты [3].

Рассмотренные методы позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду за счет недопущения размещения отработанных традиционных сорбентов. Ввиду сравнительно недавнего внедрения в производственный процесс рафинации микроцеллюлозы ее вторичное использование ограничено и требует разработки новых технологий.

Одним из широко распространенных в последнее время направлений переработки маслосодержащих сопутствующих продуктов является использование их в качестве сырья при создании олеохимикатов для полимеров и композитов, что связано с повышением требований экологической безопасности продукции на протяжении всего «жизненного цикла» от производства до утилизации. Олеохимикаты являются более экологически безопасными ингредиентами по сравнению с аналогами нефтехимического происхождения.

Проведенные ранее исследования показали, что ОМЦ содержит в своем составе до 60 – 70 % адсорбированных веществ, представленных

жирными кислотами и их производными [4]. Данные классы соединений широко используются в технологии резинотехнических изделий и термопластичных композитов в качестве диспергаторов, мягчителей и пластификаторов.

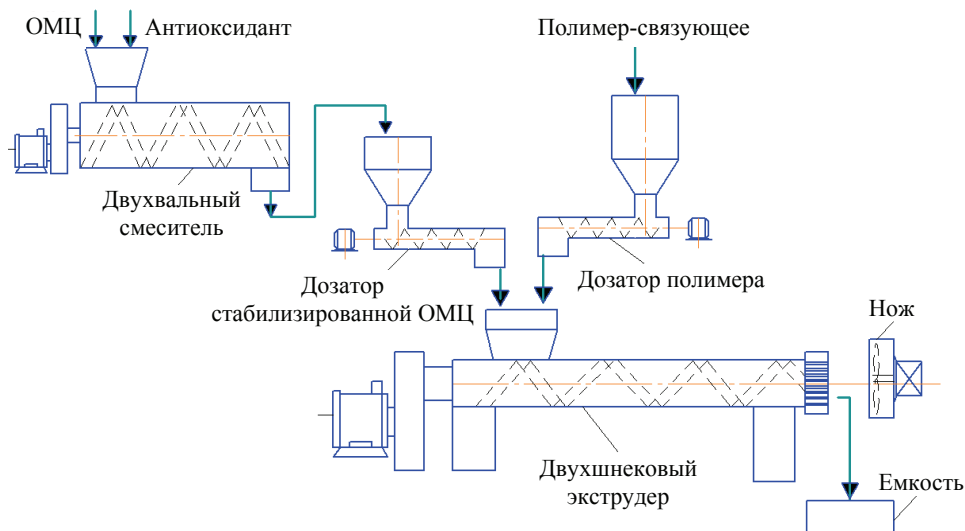
В то же время изучение стабильности состава и свойств ОМЦ в процессе хранения показало протекание окислительных процессов на поверхности сорбента [4]. Это обстоятельство ограничивает сроки ее использования в «чистом» виде и обуславливает применение ингибиторов окисления в целях сохранения состава адсорбированных соединений и снижения скорости накопления перекисей.

Одним из возможных направлений использования ОМЦ является получение на ее основе добавок-пластификаторов для высоконаполненных термопластичных композитов. Технологический процесс заключается в следующем (рис. 1, а): в двухвальном смесителе загружается ОМЦ и антиоксидант для снижения скорости окислительных процессов. Полученная масса стабилизированной микроцеллюлозы с помощью дозатора подается совместно с полимерным связующим в двухшнековый экструдер, где образуется однородный расплав добавки-пластификатора. Формование продукта осуществляется с помощью грануляционной головки экструдера и вращающегося ножа.

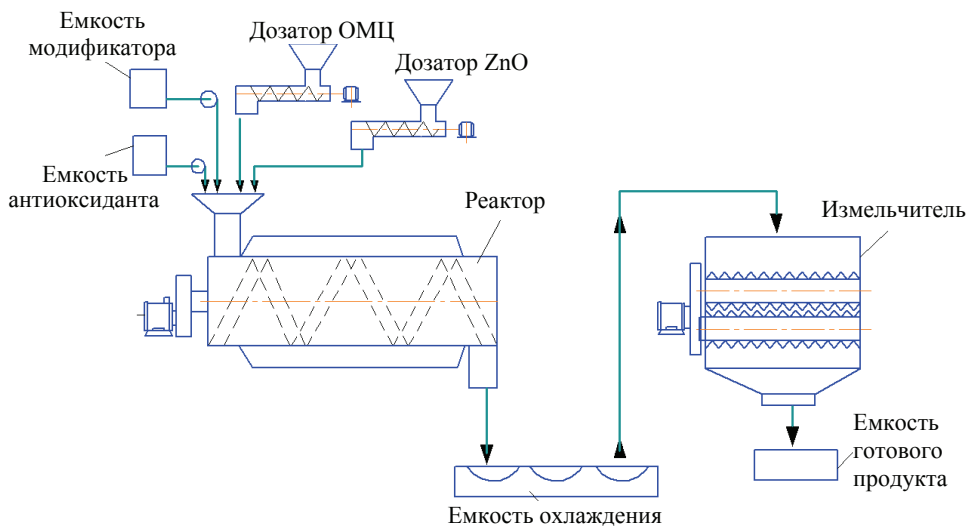
Полученную добавку-пластификатор целесообразно использовать при производстве композитов состава «полиолефин : полисахарид», что будет способствовать существенному снижению вязкости расплава и, как следствие, сокращению энергозатрат на экструзионную переработку. Проведенные ранее исследования [5] показали, что применение пластификатора на основе ОМЦ в количестве 10 масс.% позволяет снизить показатель эффективной вязкости целлюлозонаполненного полиэтилена более чем на 20 %, а также получить образцы с более высокими морфологическими характеристиками.

Альтернативным направлением утилизации ОМЦ является разработанная коллективом авторов [6] технология изготовления композиционных активаторов вулканизации на основе маслосодержащих сорбентов для применения в рецептурах резинотехнических изделий. Известно, что адсорбированная часть сорбентов может быть использована для замены стеариновой кислоты, выполняющей функцию активатора серной вулканизации. Поэтому переработка ОМЦ в композиционные активаторы вулканизации весьма целесообразна.

Технологическая схема производства композиционного активатора вулканизации представлена на рис. 1, б. Синтез проводится в расплаве при температуре 70 °С. В реактор с обогревом загружается ОМЦ, добавляется раствор антиоксиданта. При достижении температуры 40 °С вводится порошкообразный оксид цинка для протекания реакции образования карбоксилатов цинка и другие модификаторы (в зависимости от назначения готового продукта). Температуру реакционной массы поддерживают на уровне 65...70 °С, реакцию ведут в течение 1 ч при интенсивном перемешивании. По окончании в реакционную массу добавляют ингредиенты для получения удобной выпускной формы, смесь выливают в формы-поддоны, оставляют полученный продукт для застывания, затем подвергают измельчению, фасовке и упаковке.



а)



б)

Рис. 1. Технологические схемы получения добавок-пластификаторов для термопластичных композитов (а) и композиционных активаторов вулканизации (б) на основе ОМЦ

Испытания полученных активаторов в рецептурах неответственных резинотехнических изделий на основе каучуков общего и специального назначения свидетельствует об их активирующем и структурирующем влиянии, что подтверждает возможность замены традиционных активаторов вулканизации на разработанные продукты.

Помимо физико-химических процессов переработки отходов в последнее время широкое распространение получают биотехнологические методы. Известно, что липолитические ферменты являются высокоэффективными деструкторами жиросодержащих соединений [7, 8], что легло

в основу разработанной технологии ферментативной деструкции отходов масложирового производства, в частности ОМЦ, с помощью липазы дрожжей *Yarrowia Lipolytica*. Товарным продуктом являются смесь гидролизатов – жирных кислот, моно- и ди-ацилглицеридов. В технологии предусмотрена возможность изменения качественного состава продуктов ферментативного гидролиза, например, при введении в гидролизуемую массу оксида цинка или кальция возможно получение смеси карбоксилатов соответствующих металлов.

Схема биотехнологического получения целевых добавок полифункционального действия для резиновых смесей представлена на рис. 2. Отработанная маслосодержащая микроцеллюлоза подается в реактор, снабженный мешалкой и термостатируемой рубашкой, где при температуре 35...40 °С ее расплавляют и гомогенизируют. Затем вносят оксид кальция или цинка (для получения соответствующих карбоксилатов) и после получения однородной массы добавляют липазу *Yarrowia Lipolytica*, растворенную в буферном растворе. Смесь охлаждают и оставляют при 22...23 °С на 2–3 суток для протекания ферментативного гидролиза. Полученные гидролизаты сушат до влажности не более 0,3 – 0,5 %, после чего измельчают до фракции 1...2 мм.

Полученные продукты также используют в качестве целевых добавок в стандартных и серийных рецептурах резинотехнических изделий. При введении опытных продуктов наблюдается улучшение технологических свойств резиновых смесей, в частности снижение вязкости. Вулканизационные характеристики – время начала и оптимальное время вулканизации – ниже, чем у контрольных образцов, что свидетельствует об активизирующем влиянии добавок на процесс серной вулканизации.

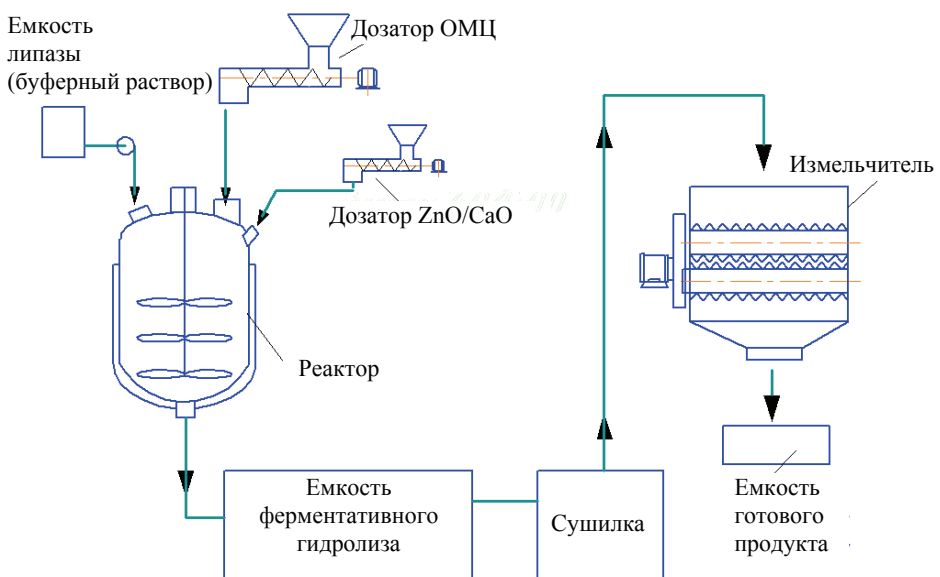


Рис. 2. Схема биотехнологического получения целевых добавок полифункционального действия на основе ОМЦ

Таким образом, проведенный анализ существующих технологий утилизации ОМЦ показал их существенный недостаток, а именно – возможность ее использования в весьма короткие сроки с момента образования, что практически неосуществимо в связи с многотоннажностью данного отхода. Предложенные технологии утилизации ОМЦ позволяют снизить антропогенное воздействие на окружающую среду за счет ее вовлечения в технологический цикл. Введение в состав опытных продуктов ингибиторов окисления позволяет сохранять исходный состав сырья и снижать скорость образования продуктов окисления. Кроме того, разработанные ингредиенты более экологически безопасны, чем аналоги нефтехимического происхождения, и изготавливаются из ежегодно возобновляемого сырья растительного происхождения.

Список литературы

1. Почерников, В. И. К вопросу использования отработанных жиросодержащих адсорбентов и фильтровальных порошков в производстве твердого мыла / В. И. Почерников, А. Б. Рафальсон, А. Н. Лисицын // Вестн. Всерос. науч.-исследоват. ин-та жиров. – 2005. – № 2. – С. 9 – 13.
2. Мустафаев, С. К. Разработка комплексной технологии переработки отходов масложирового производства. – Текст : электронный / С. К. Мустафаев, Е. О. Смычагин // Научные труды КубГТУ : электрон. сетевой политематический журн. – 2019. – № 3. – С. 883 – 895. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_38099060_40957772.pdf (дата обращения: 23.03.2020).
3. Нетрадиционные методы утилизации побочных продуктов масложировой промышленности / Л. В. Попова, О. В. Карманова, П. С. Репин, Т. В. Тарасевич // Экология производства. – 2012. – № 12. – С. 42 – 45.
4. Студеникина, Л. Н. Утилизация оксо-неустойчивых отходов в производстве полимерных композиций / Л. Н. Студеникина, Л. В. Попова, В. И. Корчагин // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 4 – 8. doi: 10.18412/1816-0395-2019-3-4-8
5. Корчагин, В. И. Реологическое поведение бинарной полимерной композиции / В. И. Корчагин, Л. Н. Студеникина, М. В. Шелкунова // Пластические массы. – 2019. – № 9-10. – С. 52 – 55. doi: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-52-55
6. Влияние типа минерального носителя в составе композиционного активатора вулканизации на свойства формовых резин / О. В. Карманова, О. В. Пойменова, Л. В. Попова [и др.] // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4 (168). – С. 91 – 95.
7. Houde, A. Lipases and their Industrial Applications: an Overview / A. Houde, A. Kademi, D. Leblanc // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2004. – Vol. 118, Issue 1-3. – P. 155 – 170.
8. Hasan, F. Industrial Applications of Microbial Lipase / F. Hasan, A. Ali Shah, A. Hameed // Enzyme and Microbial Technology. – 2006. – Vol. 39, Issue 2. – P. 235 – 251.

References

1. Pochernikov V.I., Rafal'son A.B., Lisitsyn A.N. [On the issue of the use of spent fat-containing adsorbents and filter powders in the production of solid soap], *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhirov* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats], 2005, no. 2, pp. 9-13. (In Russ.)

2. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_38099060_40957772.pdf (accessed 23 March 2020).
 3. Popova L.V., Karmanova O.V., Repin P.S., Tarasevich T.V. [Non-traditional methods of disposal of by-products of the oil and fat industry], *Ekologiya proizvodstva* [Ecology of production], 2012, no. 12, pp. 42-45. (In Russ.)
 4. Studenikina L.N., Popova L.V., Korchagin V.I. [Utilization of oxo-unstable wastes in the production of polymer compositions], *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2019, vol. 23, no. 3, pp. 4-8, doi: 10.18412/1816-0395-2019-3-4-8 (In Russ., abstract in Eng.)
 5. Korchagin V.I., Studenikina L.N., Shelkunova M.V. [Rheological behavior of a binary polymer composition], *Plasticheskiye massy* [Plastics], 2019, no. 9-10, pp. 52-55, doi: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-52-55 (In Russ., abstract in Eng.)
 6. Karmanova O.V., Poymenova O.V., Popova L.V., Tarasevich T.V., Shashok Zh.S. [The influence of the type of mineral carrier in the composition of the vulcanization composite activator on the properties of molded rubbers], *Trudy BGTU. Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya* [Proceedings of BSTU. Chemistry, technology of organic substances and biotechnology], 2014, no. 4 (168), pp. 91-95. (In Russ.)
 7. Houde A., Kademi A., Leblanc D. Lipases and their Industrial Applications: an Overview, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 2004, vol. 118, issue 1-3, pp. 155-170.
 8. Hasan F., Ali Shah A., Hameed A. Industrial Applications of Microbial Lipase, *Enzyme and Microbial Technology*, 2006, vol. 39, issue 2, pp. 235-251.
-

Utilization of Oxo-Unstable Wastes of Plant Origin when Producing Oleochemicals

L. V. Popova, L. N. Studenikina, V. I. Korchagin, P. S. Repin

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Keywords: waste recycling; oleochemist; waste oil-containing microcellulose; spent adsorbents for refining vegetable oils; targeted additives to polymers.

Abstract: Spent oily microcellulose formed at the stage of freezing the refining of vegetable oils contains up to 60 - 70% lipids. The existing methods of treatment of spent adsorbents are considered, a restriction is established for the use of oil-containing microcellulose for several days from the moment of formation due to the occurrence of oxidative processes on its surface. New methods are proposed for the disposal of these wastes, including biotechnological ones, as target additives for polymers and composites, which help to reduce anthropogenic environmental impacts by involving wastes in the technological cycle and preventing their disposal at household waste landfills.

© Л. В. Попова, Л. Н. Студеникина,
В. И. Корчагин, П. С. Репин, 2020

ОЧИСТКА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

А. В. Святченко, Ж. А. Сапронова

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, Россия

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. И. Павленко

Ключевые слова: коагуляция; ливневые стоки; листовой опад; нефтепродукты; сорбционные материалы.

Аннотация: Изучен состав сточных вод автозаправочной станции г. Старый Оскол. Проведены глубокий химический анализ основных компонентов ливневых стоков и испытания разработанной коагулирующей суспензии, полученной на основе пыли электродуговых сталеплавильных печей и сорбционного материала – термически модифицированного листового каштанового опада. Показано, что при осуществлении двухступенчатой очистки, где первая ступень – коагуляция взвешенных веществ, вторая – очистка сорбционным материалом, успешно достигаются нормативные значения по нефтепродуктам, что важно для снижения техногенной нагрузки на природные экосистемы. Количество добавляемого сорбционного материала составило 2,5 г/дм³, при этом достигалась эффективность очистки 92,8 %.

Введение

Такие хозяйственные объекты, как автозаправочные станции (АЗС) и места парковок и обслуживания автотранспорта, постоянно используют нефтепродукты (НП) – топлива, масла. В большинстве случаев данные территории находятся под открытым небом, куда неизбежно попадают осадки, превращаясь в ливневые стоки. Загрязняющими веществами в таких водах являются не только НП [1], но и взвешенные вещества песчано-глинистой природы [2 – 4].

Ливневые стоки самотеком поступают в дождеприемные колодцы и подаются на сооружения локальной очистки. Очищенные воды, при условии достижения нормативных значений загрязнителей, должны сли-

Святченко Анастасия Владимировна – аспирант кафедры промышленной экологии, e-mail: sv.anastasiaa@mail.ru; Сапронова Жанна Ануаровна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры промышленной экологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, Россия.

ваться в городскую канализацию. Сброс ливневых стоков АЗС в городскую канализацию и природные водоемы без очистки запрещен. Большинство водоемов относятся к категории рыбохозяйственного назначения [5 – 7], поэтому поступающие воды должны иметь соответствующие предельно допустимые концентрации (ПДК) значения показателей. Допустимая концентрация НП для таких водоемов составляет $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [8].

На территории нашей страны во многих случаях стоки АЗС остаются недоочищенными, наблюдаются превышения по ряду ингредиентов.

Колебания в составе сточных вод вызваны сезонными изменениями и осуществлением различных этапов хозяйственно-производственных процессов, а также характером подстилающей поверхности. Токсичные свойства НП широко известны [2]. Что касается взвешенных веществ, то они ухудшают показатели прозрачности воды, влияют на растворимость и адсорбцию токсичных веществ, интенсивность образования осадка, что сказывается на общем состоянии водных экосистем и приводит к снижению показателей качества воды.

Для предотвращения попадания стоков АЗС в окружающую среду по периметру хозяйственной территории устанавливаются ограждения, места въезда и выезда автомобилей перекрываются дождеприемниками на ширину проезжей части, откуда сточные воды отводятся на очистные системы дождевой канализации АЗС [9, 10].

Типовой генплан АЗС представлен на рис. 1 [11].

Для типовой АЗС мощностью 500 заправок в сутки объем реализации нефтепродуктов в год составляет 7080 т, из которого бензин марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 по 1380 т; дизельное топливо – 2940 т.

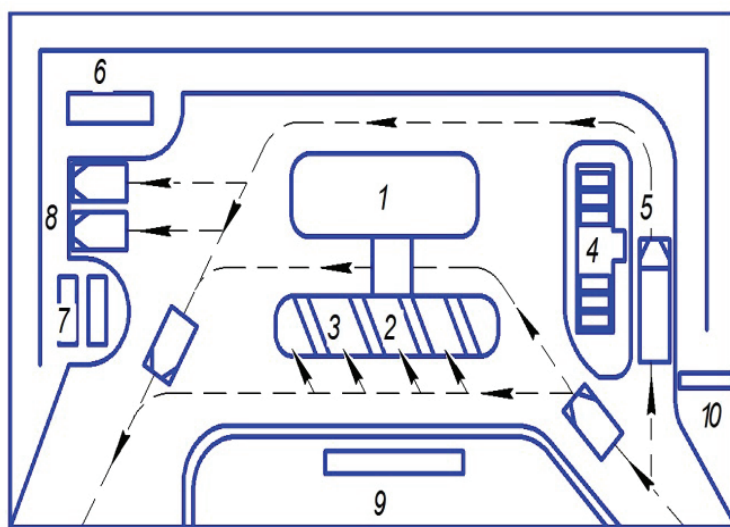


Рис. 1. Типовой генплан АЗС:

1 – здание операторной с торговым залом; 2 – навес над топливораздаточными колоннами и зданием операторной; 3 – заправочные островки; 4 – резервуарный парк; 5, 8 – площадки слива топлива и для стоянки автотранспорта соответственно; 6 – резервуар загрязненных и очищенных стоков; 7 – резервуары противопожарного запаса воды и набор пенных огнетушителей; 9 – флажтоки; 10 – информационный стенд

Для небольших АЗС установка сооружений локальной очистки является серьезной экономической проблемой, поэтому разработка недорогих, эффективных способов очистки сточных вод АЗС является актуальной задачей.

Цель работы – исследование сточных вод автозаправочных станций г. Старый Оскол (Белгородская область) и испытания способа их очистки.

Согласно статистическим данным [12], среднегодовая норма осадков в Белгородской области составляет 572 мм. Территория АЗС в среднем занимает площадь 0,4 га [13, 14]. В результате несложных математических подсчетов можно определить примерное количество сточных вод Q , образующихся в год на одной заправке,

$$Q = nS,$$

где n – количество осадков, м; S – площадь автозаправки, м².

$$Q = 0,572 \cdot 4000 = 2288 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Нефтепродукты относятся к органическим трудноокисляемым соединениям [15], их наличие в сточных водах ухудшает условия биоразложения других органических соединений, что в целом приводит к снижению эффективности работы очистных сооружений. Также существует и эффект интоксикации микроорганизмов под воздействием НП, выражающийся в уменьшении видового разнообразия и увеличении количества погибших организмов.

На примере сточных вод АЗС г. Старый Оскол рассмотрим возможность очистки и доочистки стоков от НП и взвешенных веществ.

В качестве объекта исследования использовалась произвольно выбранная АЗС под условным названием «АЗС-СО».

Годовой объем реализации нефтепродуктов на данной АЗС составляет:

- бензин – около 1979,6 м³;
- дизельное топливо – около 2758,5 м³.

Далее представлена разработка способа очистки стоков данной АЗС.

Материалы и методы исследований

Индивидуальный и групповой углеводородный состав бензинов определялся на хроматографе «Кристалл 5000.2» согласно ГОСТ Р 52714 [16].

Рентгенофазовый анализ осуществлялся на приборе ARL9900 Intelli Power WorkStation (с применением трубки с Со-анодом), расшифровка пиков проводилась с использованием справочной литературы.

Сорбционный материал изготавливался путем обжига листового каштанового опада (ЛКО), высушенного естественным путем в комнатных условиях в муфельной печи LOIP LF-7/13 при температуре 250 °С при доступе кислорода.

Коагулирующая суспензия получена обработкой пыли электродуговых сталеплавильных печей 1н серной кислотой, при этом навеска пыли ЭДСП составляла 1 г; объем 1н H₂SO₄ – 7 см³; длительность обработки – 20 мин. [17], в результате чего образовалась суспензия, содержащая большое количество соли Fe₂(SO₄)₃, известной своими коагулирующими свойствами [18].

Анализ содержания НП в водных системах осуществлялся при помощи концентратомера марки «КН-3». Принцип действия прибора основан на измерении фотометром оптических плотностей эмульсии нефтепродуктов в CCl_4 в инфракрасной области спектра [19].

Концентрацию взвешенных веществ определяли гравиметрическим методом, основанным на выделении их из пробы фильтрованием воды через стандартный бумажный беззольный фильтр и взвешивании осадка на фильтре после высушивания его до постоянной массы [20].

Эффективность очистки E рассчитывалась из соотношения

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 \%,$$

где C_1 и C_2 – концентрации веществ до и после очистки соответственно.

Результаты и их обсуждения

Для успешной разработки способа очистки сточных вод необходимо иметь информацию об их химическом составе.

Исходя из характера хозяйственного объекта и условий его эксплуатации, можно сделать вывод, что основными загрязнителями являются нефтепродукты – остатки бензина, дизельного топлива, машинного масла, и взвешенные вещества, составляющие дорожную пыль.

В таблице 1 представлены данные анализа состава бензинов, определенные при помощи хроматографа «Хроматэк – Кристалл 5000.2». В таблице 2 перечислены нефтепродукты, содержание которых в указанных бензинах зафиксировано в наибольшем количестве.

В ливневые стоки АЗС в качестве взвешенных веществ попадают частицы почвы и дорожной пыли, большую часть которых (более 90 %) составляют неорганические соединения – песок и глина.

В целях сравнения составов твердых осадков стоков АЗС исследованы стоки четырех АЗС г. Старый Оскол. Результаты отображены на рис. 2.

Минеральная составляющая стоков АЗС по результатам рентгенограмм представлена разнообразными веществами, о чем свидетельствует наличие соответствующих дифракционных максимумов. В образце № 1 (см. рис. 2, а)

Таблица 1

Содержание групп нефтепродуктов в бензинах, вес. %

Группа нефтепродуктов	Значение	
	АИ-95	АИ-92
Парафины	9,63	16,47
Изопарафины	30,56	27,79
Ароматика	41,86	51,45
Нафтены	17,46	3,02
Олефины	0,24	1,18
Прочее	0,25	0,09

Таблица 2

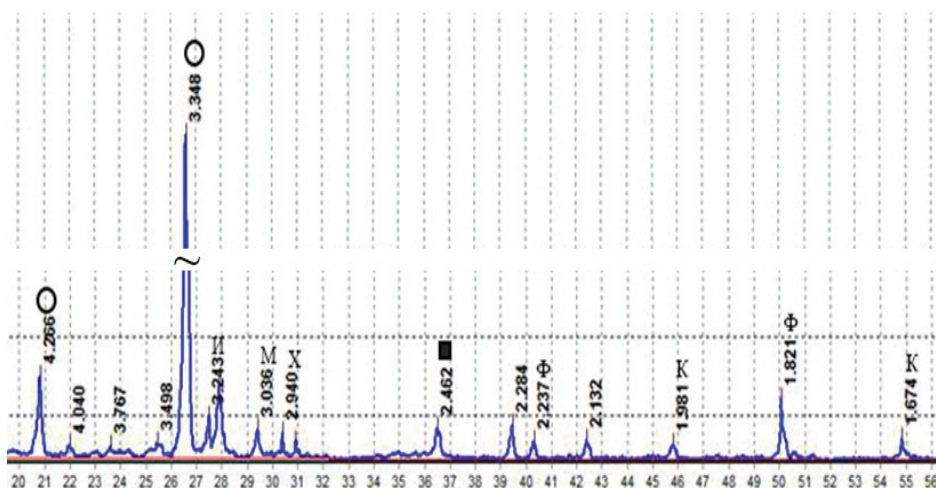
**Углеводороды, содержание которых в бензинах зафиксировано
в наибольшем количестве, вес. %**

АИ-95		АИ-92	
Вещество	Значение	Вещество	Значение
<i>i</i> -бутан	0,521	<i>i</i> -бутан	1,216
<i>n</i> -бутан	1,844	<i>n</i> -бутан	2,482
<i>i</i> -пентан	15,927	<i>i</i> -пентан	5,547
<i>n</i> -пентан	2,154	<i>n</i> -пентан	5,695
циклопентан/ 2-метил-2-метоксипропан	13,688	2-метилпентан	3,583
2-метилпентан	1,822	<i>n</i> -гексан	4,896
3-метилпентан	1,342	метилциклопентан	1,044
толуол	17,582	бензол	4,290
<i>n</i> -октан	1,345	<i>n</i> -гептан	2,232
<i>p</i> -ксилол	2,624	толуол	15,206
<i>n</i> -гексан	1,916	этилбензол	2,691
метилциклопентан	1,325	<i>m</i> -ксилол	7,593
бензол	3,541	<i>p</i> -ксилол	3,370
2-метилгексан	1,739	<i>o</i> -ксилол	3,810
3-метилгексан	2,152	1-метил-3-этилбензол	2,319
1-метил-3-этилбензол	1,198	1-метил-4-этилбензол	1,032
1-метил-4-этилбензол	0,535	1,3,5-триметилбензол	1,301
1,2,3-триметилбензол	1,587	1,2,4-триметилбензол	3,626

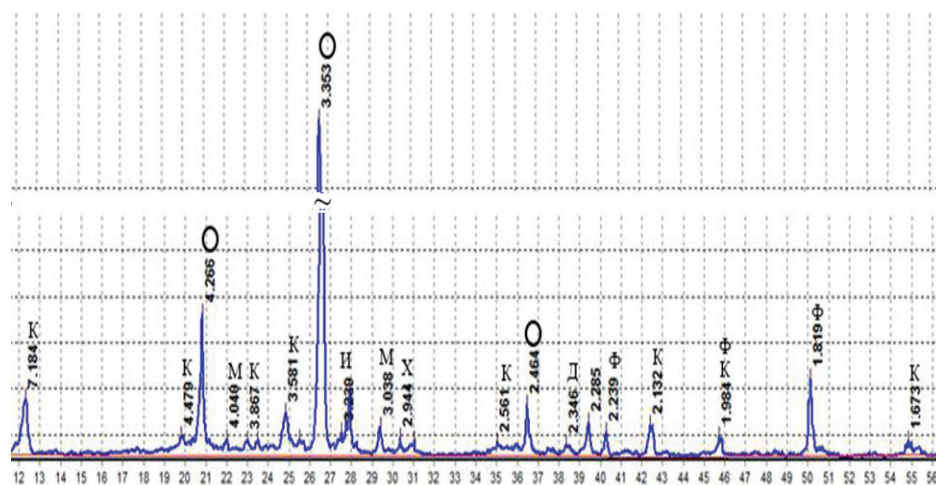
отмечаются следующие пики: кварц SiO_2 (A°) = 4,266; 3,348; доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (A°) = 2,462; каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ (A°) = 1,981; 1,674; 1,542; фатерит CaCO_3 (A°) = 2,237; 1,821; 1,542; хлорит $(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$ (A°) = 2,940; монтмориллонит $(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ (A°) = 3,036; иллит $\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \times (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (A°) = 3,243.

В образце № 2 (см. рис. 2, б) отмечаются пики: кварц SiO_2 (A°) = 4,266; 2,464; каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ (A°) = 7,184; 3,867; 3,581; 2,561; 2,132; 1,673; 1,543; фатерит CaCO_3 (A°) = 2,239; 1,984; 1,819; 1,543; хлорит $(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$ (A°) = 2,944; монтмориллонит $(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ (A°) = 4,040; 3,038; иллит $\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \times (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (A°) = 3,239; диксит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (A°) = 2,346.

Как видно из полученных результатов, в образце № 1 (см. рис. 2, а), превалирует кварц (песок), обнаружены незначительные количества каолинита $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, фатерита (разновидность CaCO_3), доломита ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), а также монтмориллонит, хлорит и иллит (минералы глинистой составляющей).



a)



б)

Рис. 2. Рентгенограммы стоков АЗС образцов № 1 (а) и № 2 (б):

○ – кварц; ■ – доломит; К – каолинит; Φ – фатерит;
 X – хлорит; М – монтмориллонит; И – иллит; Д – диккит

В образце № 2 (см. рис. 2, б) также превалирует кварц (песок), содержится каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, фатерит (разновидность $CaCO_3$), обнаружены в небольшом количестве монтмориллонит, хлорит, иллит и диккит (минералы глинистой составляющей).

Проанализировав полученные данные, отобразим состав веществ, входящих в осадки стоков АЗС (табл. 3).

Следующим этапом исследований стало испытание коагулирующей суспензии [21] и сорбционного материала – термически обработанного ЛКО [22] на ливневых сточных водах автозаправочной станции г. Старый Оскол, отобранных в теплое время года.

Таблица 3

Вещества, входящие в состав осадков стоков АЗС

Вещество	Химическая формула	Примечание
Кварц	SiO_2	Песок
Фатерит	CaCO_3	Мел, известняк
Доломит	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	–
Каолинит	$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	Глинистые минералы
Хлорит	$(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$	
Монтмориллонит	$(\text{Al,Mg})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	
Иллит	$\text{K}_{<1}\text{Al}_2[(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	
Диккит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
Гидрослоуда	$\text{K}_x(\text{Al,Mg,Fe})_{2-3} \cdot \text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10} \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	
Полевые шпаты	$\{\text{K, Na, Ca, Ba}\} \{\text{Al}_2\text{Si}_2\} \text{O}_8$	

При проведении исследований по очистке сточных вод с применением сорбционного материала, загрязненные воды отбирались в конические колбы, в которые добавлялись соответствующие навески сорбента, проводилось перемешивание в течение 10 мин, после чего жидкость подвергалась отстаиванию в течение 20 мин, затем анализировалась на содержание загрязняющих веществ.

Исходное содержание взвешенных веществ в воде составляло 714,4 мг/дм³. Поскольку указанные вещества могут затруднять процесс сорбционной очистки, необходимо предварительно провести их осаждение коагуляционным методом.

При добавлении коагулирующей суспензии в количестве 2 см³/дм³ содержание взвешенных веществ снизилось с 714,4 до 112,0 мг/дм³, что составило эффективность в 84,3 %.

Далее проведена сорбционная очистка ливневых вод АЗС при помощи термообработанного ЛКО. Результаты исследований представлены в табл. 4. Как видно из полученных данных, сорбционный материал, полученный на основе ЛКО, эффективно снижает показатели загрязнения в многокомпонентных водах. Так, при добавлении термически модифицированного ЛКО в количестве 2,5 г/дм³ эффективность очистки по нефтепродуктам составила 92,8 %, значение химического потребления кислорода (ХПК) снизилось на 84,8 %. С учетом предварительной коагуляционной обработки воды, общее снижение взвешенных веществ в стоках составило 94,2 %.

**Результаты испытаний термообработанного листового опада
на стоках АЗС**

Показатель, г/дм ³	Количество ЛКО ₂₅₀ , г/дм ³	Концентрация, мг/дм ³ *		Эффективность очистки, %
		до очистки	после очистки	
Содержание взвешенных веществ	1	112,0	51,3	54,2
Значения ХПК		112,5	26,0	76,9
Содержание НП		1,39	0,21	84,9
Содержание взвешенных веществ	1,5	112,0	48,6	56,6
Значения ХПК		112,5	24,4	78,3
Содержание НП		1,39	0,19	86,3
Содержание взвешенных веществ	2	112,0	43,8	60,9
Значения ХПК		112,5	22,4	80,1
Содержание НП		1,39	0,15	89,4
Содержание взвешенных веществ	2,5	112,0	41,2	63,2
Значения ХПК		112,5	17,1	84,8
Содержание НП		1,39	0,1	92,8

*ХПК – мгО/дм³

Выводы

Проведенные исследования подтвердили предположение о возможности использования коагулирующей суспензии (модифицированная кислотой пыль электродуговых сталеплавильных печей) и сорбционного материала (термически обработанный листовый каштановый опад) для очистки ливневых стоков АЗС. Важным условием для разработки новых материалов и методов для очистки сточных вод является их низкая стоимость при высокой эффективности очистки. Эффективность осаждения взвешенных веществ составила 84,3 % (после этапа сорбционной очистки – 94,2 %), для нефтепродуктов (бензина) данный показатель достигал 92,8 %. Таким образом, предложенные материалы позволяют эффективно извлекать загрязняющие вещества из ливневых стоков АЗС.

Список литературы

1. Юрченко, В. А. Эмиссия нефтепродуктов, создаваемая дорожными инфраструктурными комплексами / В. А. Юрченко, О. Г. Мельникова // Вестн. Харьковского национ. автомобильно-дорожного ун-та. – 2014. – № 64. – С. 134 – 139.
2. Кузубова, Л. И. Очистка нефтесодержащих сточных вод: аналитический обзор / Л. И. Кузубова, С. В. Морозов. – Новосибирск : [б. и.], 1992. – 72 с.

3. Духопельникова, Н. Р. Поверхностные сточные воды, система отведения и их очистка в крупных городах / Н. Р. Духопельникова // AlfaBuild. – 2018. – № 1 (3). – С. 7 – 14.
4. Исследование механической очистки ливневых стоков, образованных на объектах автомобильно-дорожного комплекса / В. А. Юрченко, О. Г. Мельникова, А. Ю. Бахарева, М. В. Ячник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 6, № 6 (78). – С. 71 – 77. doi: 10.15587/1729-4061.2015.55427
5. Аппаратурное оформление процесса очистки трудноокисляемых сточных вод / А. Г. Баландина, Р. И. Хангильдин, В. А. Мартяшева, Е. В. Шундеева // Башкирский хим. журнал. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 101 – 108.
6. Айкенова, Н. Е. Очистка промышленных сточных вод от фенолов / Н. Е. Айкенова, Л. А. Николаева // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2019. – № 3 (73). – С. 9 – 18. DOI: 10.17277/voprosy.2019.03.pp.009-018
7. Совершенствование биологических очистных сооружений нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий / Л. Р. Акчурина, Г. Г. Ягафарова, Л. А. Насырова, А. Х. Сафаров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2019. – № 4 (120). – С. 159 – 166. doi: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166
8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : офиц. сайт. – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (дата обращения: 10.02.2020).
9. РД 153-39.2-080-01 Правила технической эксплуатации автозаправочных станций (с Изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Техэксперт : офиц. сайт. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200026364> (дата обращения: 10.02.2020).
10. Сергиенко, О. И. Наилучшие доступные технологии и оценка воздействия на окружающую среду автозаправочных станций на стадии проектирования / О. И. Сергиенко, А. П. Елистратова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2. – URL : <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/8961.pdf> (дата обращения: 01.02.2020).
11. Устройство автозаправочной станции. – Текст : электронный. – URL : <http://proofoil.ru/Petrochemical/Petrochemical6.html> (дата обращения: 30.01.2020).
12. Статистический ежегодник. Белгородская область. 2017 : стат. сб. // Белгородстат. – Белгород : [б. и.], 2017. – 524 с.
13. Ковалев, М. П. Очистка ливневых вод с территории АЗС / М. П. Ковалев, А. В. Зубов // Исследовано в России : электрон. журн. – 2001. – № 106. – С. 1163 – 1168. – URL : <https://docplayer.ru/45628939-Ochistka-livnevyyh-vod-s-territorii-azskovalev-m-p-zubov-a-v-permskiy-gosudarstvennyy-tehnicheskyy-universitet.html> (дата обращения: 01.02.2020).
14. Полянскова, Е. А. Оценка влияния автозаправочных станций на окружающую среду / Е. А. Полянскова, Е. А. Парфенова, С. Ю. Шаркова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011. – № 1 (01). – С. 91 – 95.
15. Травин, Д. С. Экологическая безопасность автозаправочных станций / Д. С. Травин, А. В. Мещеряков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 895 – 897.
16. ГОСТ Р 52714–2007 Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии. – Введ. 2008-01-01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 23 с.

17. Свергузова, С. В. Технология получения железосодержащего коагулянта из отходов сталеплавильного производства для очистки ливневых вод / С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, А. В. Святченко // Вестн. Белгородского гос. технолог. ун-та им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 12. – С. 160 – 164. doi: 10.12737/22652

18. Суханов, Е. В. Коллоидно-химические аспекты получения железосодержащего коагулянта-флокулянта на основе пыли электросталеплавильного производства : дис. ... канд. техн. наук : 02.00.11 / Суханов Евгений Владимирович. – Белгород, 2016. – 160 с.

19. Концентратомер КН-3 – анализатор нефтепродуктов, жиров и НПВВ в природных объектах // Сибэкоприбор : офиц. сайт. – URL : http://www.sibecopribor.ru/concentratomer_kn-3.html (дата обращения: 01.02.2020).

20. ПНД Ф 14.1:2.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом // ООО НПП «Акватест». – М. : [б. и.], 2016. – 12 с.

21. Iron-Containing Modeled Waste as Raw Material for Coagulant Receiving / S. V. Svergunova, Zh. A. Sapronova, A. V. Svyatchenko [et al.], Rymarov A.G., Fomina E.V. // International Science and Technology Conference on Earth Science, 04 – 06 Марта 2019 г., Russky Island. – Institute of Physics Publishing, 2019. – Vol. 272. – p. 032007. doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032007

22. Sewage Treatment in Megacities by Modified Chestnut Tree Waste / Zh. A. Sapronova, S. V. Svergunova, K. Sulim [et al.], Svyatchenko A.V., Chebotaeva E. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (FORM 2018). – IOP Publishing, 2018. – Vol. 365. – p. 022058.

References

1. Yurchenko V.A., Mel'nikova O.G. [The emission of petroleum products created by road infrastructural complexes], *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Highway University], 2014, no. 64, pp. 134-139. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Kuzubova L.I., Morozov S.V. *Ochistka neftesoderzhashchikh stochnykh vod: analiticheskiy obzor* [Purification of oily wastewater: an analytical review], Novosibirsk: [b. i.], 1992, 72 p. (In Russ.)

3. Dukhopel'nikova N.R. [Surface wastewater, discharge system and their treatment in large cities], *AlfaBuild*, 2018, no. 1 (3), pp. 7-14. (In Russ.)

4. Yurchenko V.A., Mel'nikova O.G., Bakhareva A.Yu., Yachnik M.V. [The study of the mechanical treatment of storm drains formed at the objects of the road complex], *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [East European Journal of Advanced Technologies], 2015, vol. 6, no. 6 (78), pp. 71-77, doi: 10.15587/1729-4061.2015.55427 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Balandina A.G., Khangil'din R.I., Martyasheva V.A., Shundeyeva Ye.V. [Hardware design of the treatment of difficultly oxidized wastewater], *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2015, vol. 22, no. 2, pp. 101-108. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Aykenova N.Ye., Nikolayeva L.A. [Purification of industrial wastewater from phenols], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2019, no. 3 (73), pp. 9-18, doi: 10.17277/voprosy. 2019.03.pp.009-018 (In Russ., abstract in Eng.)

7. Akchurina L.R., Yagafarova G.G., Nasyrova L.A., Safarov A.Kh. [Improving the biological treatment facilities of petrochemical and oil refineries], *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov* [Problems of collection, preparation and transport of oil and oil products], 2019, no. 4 (120), pp. 159-166, doi: 10.17122/ntj-oil-2019-4-159-166 (In Russ.)
8. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (accessed 10 February 2020).
9. <http://docs.cntd.ru/document/1200026364> (accessed 10 February 2020).
10. <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/8961.pdf> (accessed 01 February 2020).
11. <http://proofoil.ru/Petrochemical/Petrochemical6.html> (accessed 30 January 2020).
12. *Statisticheskiy yezhegodnik. Belgorodskaya oblast'. 2017: stat. sb.* [Statistical Yearbook. Belgorod region. 2017: stat. sat], Belgorod: [b. i.], 2017, 524 p. (In Russ.)
13. <https://docplayer.ru/45628939-Ochistka-livnevyh-vod-s-territorii-azs-kovalyev-m-p-zubov-a-v-permskiy-gosudarstvennyy-tehnicheskiy-universitet.html> (accessed 01 February 2020).
14. Polyanskova Ye.A., Parfenova Ye.A., Sharkova S.Yu. [Assessment of the influence of gas stations on the environment], *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI Century: results of the past and problems of the present plus], 2011, no. 1 (01), pp. 91-95. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Travin D.S., Meshcheryakov A.V. [Ecological safety of gas stations], *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire safety: problems and prospects], 2018, vol. 1, no. 9, pp. 895-897. (In Russ.)
16. *GOST R 52714-2007 Benziny avtomobil'nyye. Opredeleniye individual'nogo i gruppovogo uglevodorodnogo sostava metodom kapillyarnoy gazovoy khromatografii* [GOST R 52714-2007 Gasoline for automobiles. Determination of individual and group hydrocarbon composition by capillary gas chromatography], Moscow: Standartinform, 2007, 23 p. (In Russ.)
17. Sverguzova S.V., Saponova Zh.A., Svyatchenko A.V. [Technology for producing iron-containing coagulant from waste from steelmaking for the treatment of storm water], *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov], 2016, no. 12, pp. 160-164, doi: 10.12737/22652 (In Russ.)
18. Sukhanov Ye.V. *PhD Dissertation (Technical)*, Belgorod, 2016, 160 p. (In Russ.)
19. http://www.sibecopribor.ru/concentratomer_kn-3.html (accessed 01 February 2020).
20. *PND F 14.1:2.110-97 Kolichestvennyy khimicheskiy analiz vod. Metodika vypolneniy izmereniy sodержaniy vzheshennykh veshchestv i obshchego sodержaniya primesey v probakh prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vod gravimetricheskim metodom* [PND F 14.1: 2.110-97 Quantitative chemical analysis of water. The method of measurements of suspended solids and total impurities in samples of natural and treated wastewater by gravimetric method], Moscow: [b. i.], 2016, 12 p. (In Russ.)
21. Svergusova S.V., Saponova Zh.A., Svyatchenko A.V., Rymarov A.G., Fomina E.V. International Science and Technology Conference on Earth Science, 04 - 06 March, 2019, Russky Island, Institute of Physics Publishing, 2019, vol. 272, p. 032007, doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032007
22. Saponova Zh.A., Sverguzova S.V., Sulim K., Svyatchenko A.V., Chebotaeva E., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (FORM 2018), IOP Publishing, 2018, vol. 365, p. 022058.

Purification of Storm Water from Gas Stations from Petroleum Products and Suspended Solids

A. V. Svyatchenko, J. A. Saprionova

V. G. Shukhov Belgorod State Technological University, Belgorod, Russia

Keywords: coagulation; storm drains; leaf litter; petroleum products; sorption materials.

Abstract: The composition of the wastewater of a gas station in Stary Oskol was studied. A deep chemical analysis of the main components of storm drains and tests of the developed coagulating suspension, obtained on the basis of dust from electric arc steelmaking furnaces and sorption material, a thermally modified chestnut leaf litter, were carried out. It has been shown that when performing two-stage purification, where the first stage is coagulation of suspended solids, the second is purification by sorption material, standard values for oil products are successfully achieved, which is important to reduce the technogenic load on natural ecosystems. The amount of sorption material added was 2.5 g/dm^3 , while a cleaning efficiency of 92.8% was achieved.

© А. В. Святченко, Ж. А. Сапронова, 2020

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИОЛЕФИНОВ УСКОРЕННОЙ БИОДЕГРАДАЦИИ

Л. Н. Студеникина, В. И. Корчагин, Л. В. Попова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия

Рецензент д-р техн. наук, профессор П. С. Беляев

Ключевые слова: механизмы деструкции; наполненные полисахаридами полиолефины; оксоразлагаемые полиолефины; продукты деструкции; экобезопасность.

Аннотация: Дан обзор научных публикаций по биодegradации оксо-биоразлагаемых термопластов синтетического происхождения, а также полимерных композитов, представляющих собой физическую смесь полиолефинов с полимерами природного происхождения. Показано, что биодegradация во многих источниках оценивается по потере массы и прочности, что не раскрывает механизм деструкции полимерной матрицы синтетического происхождения под воздействием микроорганизмов. В работе отмечено, что механизм биодegradации полиолефинов, модифицированных прооксидантами, включает стадию их фрагментации и не исключает образования микропластика, так как в условиях почвенной среды при отсутствии кислорода воздуха и ультрафиолетового воздействия возможно ингибирование деструкции полиолефинов. Показано, что при биодegradации полимерного композита «ПЭ : крахмал» (50 : 50 об.%) в течение шести месяцев в почвенной среде наблюдается потеря прочности не более 15 %, что указывает на неполную деструкцию полимерной фазы синтетического происхождения, поэтому необходимо оценивать биодegradацию по иным показателям, например, по эмиссии газовой фазы.

Студеникина Любовь Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, e-mail: lovov-churkina@yandex.ru; Корчагин Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств; Попова Любовь Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия.

Исследования по получению оксо- и биоразлагаемых композитов на основе полиолефинов (ПО), получившие широкое распространение 10 – 15 лет назад, зачастую не сопровождались долгосрочными испытаниями экобезопасности и эффективности деструкции новых материалов в реальных условиях окружающей среды. Обеспечение способности к ускоренной деструкции синтетических ПО достигалось при использовании следующих подходов: модификация прооксидантами (чаще всего карбоксилатами металлов переменной валентности) и природными наполнителями, (полисахаридами – крахмал, хитин, целлюлоза и т.д.) [1]. При этом доказательной базой разложения в условиях окружающей среды были факты развития микроорганизмов на поверхности разрабатываемых материалов, потери массы и прочности (порой всего на несколько процентов), либо потери физико-механических показателей при интенсивном внешнем воздействии, превосходящем реальные природные условия (температура более 50 °С, мощное УФ-облучение и пр.). Механизмы деструкции модифицированных полиолефинов в реальных природных условиях более сложны, чем предполагалось, а сроки деградации трудно прогнозировать. В работе [2], посвященной проблемам применения таких материалов в сельском хозяйстве, отмечено, что многие полимеры, позиционируемые как «биоразлагаемые», на самом деле являются «биоэродируемыми», «фоторазлагаемыми» или только частично биоразлагаемыми.

Цель работы – обзор отечественных и зарубежных публикаций, посвященных вопросам эффективности деструкции при внешних физических воздействиях и деградации в почвенной среде модифицированных для ускоренного разложения ПО, а также лабораторные испытания модифицированного крахмалом (К) полиэтилена (ПЭ) (на предмет эффективности биоразложения) и модифицированного прооксидантами ПЭ (на предмет эмиссии формальдегида при деструкции).

Объекты лабораторного исследования – композиты состава «ПЭ : К : пластификатор (П)» в соотношении 45:45:10 и 48,5:48,5:3,0 об.% (в качестве пластификаторов применяли воск и жирные кислоты); пленки ПЭ, содержащие 1,5 масс.% прооксиданта (стеарата кобальта, меди и железа).

Методы исследования: грибостойкость определяли по ГОСТ 9.049–91, прочность – ГОСТ 11262–2017, компостируемость – ГОСТ Р 54530–2011, содержание формальдегида в воздушной вытяжке оксоразлагаемого ПЭ – ПНДФ Ф 13.1.41-03.

В исследованиях [3 – 6] ставится под сомнение разложение ПО, наполненных полисахаридами, в частности в работе [3] установлено, что образцы материалов, сертифицированные как компостируемые, в условиях полигона биodeградировали не полностью, а в [4] отмечено, что некоторые биоразлагаемые материалы требуют особых условий утилизации, наличие которых не выявлено, в связи с чем их экологичность поставлена под сомнение и рассматривается как маркетинговый ход. Автор работы [5] отмечает, что в настоящее время широко распространенным заблуждением является следующая гипотеза – добавление к биоразлагаемому пластику природных наполнителей (крахмала, древесной муки и пр.) делает его биоразлагаемым, но объективные доказательства этого отсутствуют. В работе [7] установлено, что композиты на основе ПЭ, наполненного микроцеллюлозой до 40 об.%, обладают относительной стойкостью к внешним факторам окружающей среды.

На рисунке 1 проиллюстрирован эксперимент по обрастанию плесневыми грибами поверхности образцов наполненного крахмалом ПЭ. Развитие микроорганизмов, интенсифицирующееся при обработке ферментами, свидетельствует о доступности питательных веществ.

Обрастание микромицетами наполненных полисахаридами ПО подтверждается во многих исследованиях, однако судить о полном биоразложении материала только на основании факта развития грибов на его поверхности (и в объеме) недостаточно, так как микроорганизмы могут использовать для питания доступные вещества, не разрушая при этом ПО. В некоторых публикациях выдвигается гипотеза, что метаболиты микромицетов могут способствовать разрушению ПО в композитах, но условия и сроки протекания данных процессов не изучены, а в работе [5] отмечено, что в природе отсутствуют ферменты, разрушающие ПЭ.

На рисунке 2 показаны результаты оценки прочности при разрыве исследуемых материалов после 6 месяцев компостирования, потеря прочности составила от 6 до 15 % в зависимости от применяемых пластификаторов.

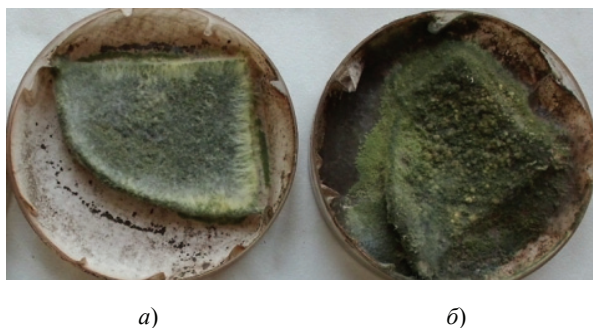


Рис. 1. Развитие плесневых грибов на поверхности образцов наполненного крахмалом ПЭ (45 об.% наполнения) после обработки водой (а) и раствором α -амилазы (б)

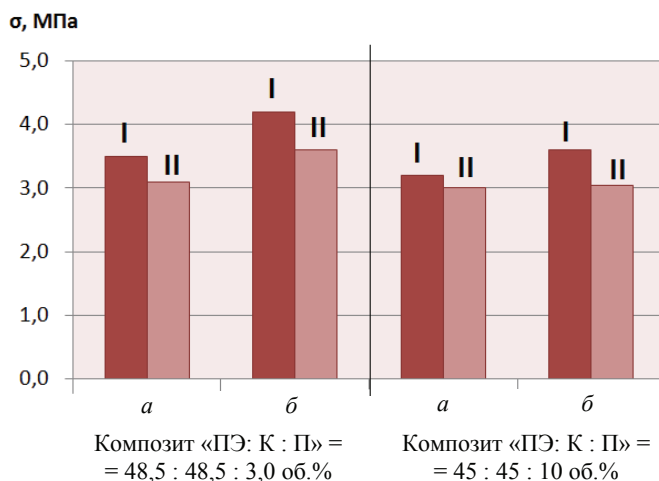


Рис. 2. Прочность при разрыве σ композитов «ПЭ: К : П» при применении в качестве пластификатора воска (а) и жирных кислот (б): I - до компостирования, II - через 180 суток компостирования

Эксперименты по компостируемости (сроком 6 мес.) наполненного крахмалом ПЭ (как бинарного, так и с различными пластификаторами) показали, что композит не претерпевает существенных изменений, лишь несколько снижается плотность упаковки макромолекул ПО за счет водопоглощения и набухаемости.

На рисунке 3 показаны образцы композита «ПЭ : К» до и после 6 месяцев компостирования. Отмечено изменение цвета, связанное с проникновением жидкой фракции и твердых микрочастиц компоста в поры композита (ПЭ и крахмал не обладают сродством, при их компаудировании происходит микрорасслоение с образованием свободного объема (микрופор)), но существенных изменений целостности материала не установлено.

Ускорить деструкцию ПО можно введением в их состав полифункциональных добавок-прооксидантов (в количестве 0,5 – 2,0 масс.%). В ряде исследований [3 – 5, 8 – 10] описаны проблемы разложения ПО, модифицированных прооксидантами, в частности указано, что при деструкции они фрагментируются до микропластика, а механизм и сроки их конечной биодegradации не исследованы. В работе [5] отмечено, что минерализация фрагментированных под действием УФ-излучения и тепла ПО идет очень медленно, ввиду того, что инертные микрочастицы пластика являются малочувствительными к биоразложению. В докладе Еврокомиссии отмечено, что в настоящее время отсутствуют убедительные доказательства способности оксоразлагаемых ПО к биоразложению в «разумные» сроки в условиях окружающей среды, и такие материалы не соответствуют стандартам компостирования [8].

Также в литературных источниках крайне ограничена информация о продуктах деструкции (конечных и промежуточных) модифицированных прооксидантами ПО. В исследовании [11] зафиксировано выделение из пленок ПЭ с различными прооксидантами таких вредных веществ, как альдегиды, ацетон, спирты, алкиацетаты и др. В работах [12, 13] установлено, что при деструкции оксоразлагаемого ПЭ происходит выделение формальдегида. В таблице 1 представлены результаты исследования концентрации формальдегида в воздушной вытяжке ПЭ, модифицированного различными прооксидантами, при старении в различных условиях (температура 20 и 60 °С).



Рис. 3. Внешний вид образцов наполненного крахмалом ПЭ (45 об.% наполнения) до (а) и после (б) 180 суток компостирования

Таблица 1

Содержание формальдегида в воздушной вытяжке ПЭ, модифицированного прооксидантами, при старении в различных условиях

Применяемый прооксидант	Концентрация формальдегида, мг/м ³ , в воздушной вытяжке при условиях			
	<i>t</i> = 20 °С		<i>t</i> = 60 °С	
	100 ч	200 ч	100 ч	200 ч
Без прооксиданта	0		0,004	0,010
Стеарат:				
железа	0,004		0,018	0,031
меди	0,003	0,005	0,021	0,034
кобальта	0,015	0,018	0,038	0,055

Из таблицы 1 видно, что прооксидант на основе кобальта способствуют более интенсивному выделению формальдегида из оксоразлагаемого ПЭ, причем концентрация вредного вещества была менее ПДК в нормальных условиях (*t* = 20 °С), а при ускоренном термическом старении (*t* = 60 °С) зафиксировано превышение допустимой концентрации. Данное обстоятельство необходимо учитывать, например, при хранении продукции на складах, где при повышенных температурах в воздухе рабочей зоны могут накапливаться вредные вещества.

Также немаловажным аспектом является неспособность модифицированных прооксидантами ПО к вторичной переработке. В источнике [8] отмечено, что даже небольшие примеси оксоразлагаемых ПО в общем объеме пленок, подвергаемых переработке, ухудшают качество продукции (при этом внешне оксоразлагаемые пленки неотличимы от обычных, а технологии их идентификации отсутствуют). Согласно п. 8 ГОСТ 33747–2016 «оксо-биоразлагаемая упаковка не требует переработки <...> направляется в установленном порядке на специализированный полигон, где происходит процесс ее деградации». При этом не уточняется термин «специализированный полигон», на практике пленки попадают на обычные полигоны ТКО, но условия, которые создаются в теле полигона (отсутствие УФ-облучения, дефицит кислорода), отличаются от благоприятных для оксодеструкции модифицированных прооксидантами ПО.

Переход на новую систему обращения с отходами в РФ, подразумевающую отдельный сбор и компостирование органической фракции (вместе с которой предполагается совместная утилизация биоразлагаемых материалов), диктует необходимость жесткого контроля качества материалов, позиционируемых как биоразлагаемые, установления точных сроков и продуктов их деструкции. При этом целесообразно требование их соответствия стандартам компостируемости. В настоящее время во многих странах сформулированы требования к биоразлагаемым упаковочным материалам, основное из которых – способность компостироваться в течение 180 суток с образованием в качестве продуктов деструкции простых веществ и биомассы, при этом полученный компост должен быть безопасен для растений (стандарты EN13432, ASTM D6400, ISO17088, EN14995,

AS4736, AS5810). В Российской Федерации действуют модифицированный по отношению к европейскому стандарту EN 13432 стандарт ГОСТ Р 54530–2011 «Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения», а также ГОСТ 33747–2016 «Оксо-биоразлагаемая упаковка» и ГОСТ Р 57432–2017 «Упаковка. Пленки из биоразлагаемого материала. Общие технические условия» (в данном документе содержатся требования к компостируемости пяти типов биоразлагаемых пленок (исключая ПО, модифицированные прооксидантами и полисахаридами)).

Из анализа научно-технических источников и результатов экспериментальных исследований следует, что механизм биodeградации полиолефинов, модифицированных прооксидантами, включает стадию их фрагментации и не исключает образования микропластика, так как в условиях почвенной среды при отсутствии кислорода воздуха и ультрафиолетового воздействия не исключается ингибирование деструкции полиолефинов; промежуточные продукты деструкции модифицированных прооксидантами полиолефинов могут оказывать токсическое действие при достижении определенных концентраций. Биodeградация наполненных полисахаридами полиолефинов в почвенной среде в течение шести месяцев сопровождается неполной деструкцией полимерной фазы синтетического происхождения. В этой связи необходимо оценивать биodeградацию по иным показателям, например по эмиссии газовой фазы, что отмечено в ряде работ, но это требует сложного экспериментального оборудования.

Отмечено, что наряду с критическими оценками способности модифицированных ПО к биоразложению, в научно-технических публикациях присутствуют доводы о целесообразности применения таких материалов, подобные противоречия требуют проведения независимых долгосрочных исследований по изучению механизмов, сроков и продуктов их деструкции.

Список литературы

1. Студеникина, Л. Н. Получение высоконаполненного крахмалом полиэтилена с использованием модифицирующих добавок : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.06 / Студеникина Любовь Николаевна. – Воронеж, 2012. – 159 с.
2. Kyrikou, I. Biodegradation of Agricultural Plastic Films: A Critical Review / I. Kyrikou, D. J. Briassoulis // *Polymers and the Environment*. – 2007. – Vol. 15. – P. 125 – 150.
3. Adamcová, D. New Polymer Behavior under the Landfill Conditions / D. Adamcová, M. D. Vaverková // *Waste and Biomass Valorization*. – 2016. – Vol. 7, No. 6. – P. 1459 – 1467.
4. Исакова, Р. Р. К вопросу об экологичности биоразлагаемых упаковочных материалов / Р. Р. Исакова, В. В. Питлевая / *Безопасность городской среды : материалы V Междунар. науч.-практ. конф.*, 21 – 23 ноября 2017 г., Омск. – Омск, 2018. – С. 475 – 477.
5. Пророкова, Н. П. Проблемы биоразлагаемых полимеров / Н. П. Пророкова // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*. – 2013. – № 1. – С. 47 – 54.
6. Scott, G. *Science and Standards* / G. Scott // *Biodegradable Polymers and Plastics*. – Springer, Boston, MA, 2003. – P. 3 – 32.
7. Модификация полиэтилена микроцеллюлозой для повышения его иммобилизационной способности / Л. Н. Студеникина, В. И. Корчагин, М. В. Шелку-

нова [и др.] // Вестн. Воронежского гос. ун-та. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 3. – С. 23 – 29.

8. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Impact of the use of Oxo-Degradable Plastic, Including Oxo-Degradable Plastic Carrier Bags, on the Environment // European Commission. – Brussels, 2018. – 8 p.

9. Analysis of Long-Term Degradation Behaviour of Polyethylene Mulching Films with Pro-Oxidants under Real Cultivation and Soil Burial Conditions / D. Briassoulis, E. Babou, M. Hiskakis, I. Kyrikou // Environmental Science and Pollution Research. – 2015. – Vol. 22. – P. 2584 – 2598. doi:10.1007/s11356-014-3464-9

10. Никонова, Ю. В. Проблема негативного влияния микропластика на окружающую среду / Ю. В. Никонова // EUROPEAN RESEARCH : сб. ст. победителей X Междунар. науч.-практ. конф., 20 мая 2017 г., Пенза. – Пенза, 2017. – Ч. 3. – С. 237 – 240.

11. Оценка степени деструкции пленок из оксобиоразлагаемого полиэтилена под действием УФ-излучения по информации «электронного носа» / Т. А. Кучменко, В. И. Корчагин, Е. В. Дроздова [и др.] // Вестн. Московского ун-та. Серия 2: Химия. – 2017. – Т. 58, № 5. – С. 240 – 249.

12. Влияние природы прооксиданта на выделение формальдегида из оксодеструктурируемого полиэтилена / В. И. Корчагин, А. М. Суркова, Л. Н. Студеникина, А. В. Протасов // Изв. высш. учеб. заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 101 – 107. doi: 10.6060/ivkkt.20196202.5804

13. Оценка деструкции модифицированного прооксидантами полиэтилена в контексте экобезопасности / А. В. Протасов, Л. Н. Студеникина, В. И. Корчагин [и др.] // Вестн. Воронежского гос. ун-та инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, № 3 (77). – С. 352 – 357. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-352-357

References

1. Studenikina L.N. *PhD Dissertation (Technical)*, Voronezh, 2012, 159 p. (In Russ.)
2. Kyrikou I., Briassoulis D.J. Biodegradation of Agricultural Plastic Films: A Critical Review, *Polymers and the Environment*, 2007, vol. 15, pp. 125-150.
3. Adamcová D., Vaverková M.D. New Polymer Behavior under the Landfill Conditions, *Waste and Biomass Valorization*, 2016, vol. 7, no. 6, pp. 1459-1467.
4. Iskakova R.R., Pitlevanaya V.V. *Bezopasnost' gorodskoy sredy: materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Urban Environment Safety], Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference, 21 – 23 November, 2017, Omsk, 2018, pp. 475-477. (In Russ.)
5. Prorokova N.P. [Problems of biodegradable polymers], *Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemykiye tekhnologii i materialy (SMARTEX)* [Physics of fibrous materials: structure, properties, high technology and materials (SMARTEX)], 2013, no. 1, pp. 47-54. (In Russ.)
6. Scott G. *Biodegradable Polymers and Plastics*, Springer, Boston, MA, 2003, pp. 3-32.
7. Studenikina L.N., Korchagin V.I., Shelkunova M.V., Dochkina Yu.N., Protasov A.V. [Modification of polyethylene with microcellulose to increase its immobilization ability], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy], 2018, no. 3, pp. 23-29. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Impact of the use of Oxo-Degradable Plastic, Including Oxo-Degradable Plastic Carrier Bags, on the Environment, Brussels, 2018, 8 p.
9. Briassoulis D.J., Babou E., Hiskakis M., Kyrikou I. Analysis of Long-Term Degradation Behaviour of Polyethylene Mulching Films with Pro-Oxidants under Real Cultivation and Soil Burial Conditions, *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, vol. 22, pp. 2584-2598, doi:10.1007/s11356-014-3464-9

10. Nikonova Yu.V. *EUROPEAN RESEARCH: sbornik statey pobediteley X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [EUROPEAN RESEARCH], Collection of articles by the beneficiaries of the X International Scientific and Practical Conference, 20 May, 2017, Penza, 2017, part 3, pp. 237-240. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Kuchmenko T.A., Korchagin V.I., Drozdova Ye.V., Yerofeyeva N.V., Protasov A.V. [Assessment of the degree of destruction of films of oxobiodegradable polyethylene under the influence of UV radiation according to “electronic nose” information], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya* [Bulletin of Moscow University. Series 2: Chemistry], 2017, vol. 58, no. 5, pp. 240-249. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Korchagin V.I., Surkova A.M., Studenikina L.N., Protasov A.V. [The effect of the nature of the prooxidant on the release of formaldehyde from oxodestructured polyethylene], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Proceedings of higher educational institutions. Series: Chemistry and Chemical Technology], 2019, vol. 62, no. 2, pp. 101-107, doi: 10.6060/ivkkt.20196202.5804 (In Russ., abstract in Eng.)

13. Protasov A.V., Studenikina L.N., Korchagin V.I., Akhmetova N.G., Rebrova Yu.A. [Assessment of the destruction of polyethylene modified by prooxidants in the context of environmental safety], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technology], 2018, vol. 80, no. 3 (77), pp. 352-357, doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-352-357 (In Russ., abstract in Eng.)

The Environmental Safety when Using Modified Polyolefins of Accelerated Biodegradation

L. N. Studenikina, V. I. Korchagin, L. V. Popova

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Keywords: destruction mechanisms; polysaccharide-filled polyolefins; oxo-degradable polyolefins; degradation products; environmental safety.

Abstract: A review of scientific publications on the biodegradation of oxo-biodegradable thermoplastics of synthetic origin, as well as polymer composites, which are a physical mixture of polyolefins with polymers of natural origin, is given. It is noted that biodegradation in many sources is estimated by the loss of mass and strength, which does not reveal the mechanism of destruction of the polymer matrix of synthetic origin under the influence of microorganisms; the biodegradation mechanism of polyolefins modified with prooxidants includes the stage of their fragmentation and does not exclude the formation of microplastics, since in the soil environment in the absence of atmospheric oxygen and ultraviolet exposure, the destruction of polyolefins is possible. It was noted that during biodegradation of the polymeric composite “PE : starch” (50:50 vol.%) for six months, a loss of strength of no more than 15% was observed in the soil medium, which indicates incomplete deformation of the polymer phase of synthetic origin. Therefore, it is necessary to evaluate biodegradation by other indicators, for example, on the emission of the gas phase.

© Л. Н. Студеникина, В. И. Корчагин, Л. В. Попова, 2020

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА ОТРАБОТАННОГО ГРАНАТОВОГО ПЕСКА ПОСЛЕ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ

Ю. М. Федорчук, В. В. Матвиенко

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», г. Томск, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор А. И. Сечин

Ключевые слова: абразив; гидроабразивная резка; гранатовый песок; промышленные отходы; ресурсосберегающие технологии; утилизация отходов.

Аннотация: Дана оценка образованию отходов гидроабразивной резки гранатовым песком в г. Томске. По результатам проведенных лабораторных исследований сделан вывод о рентабельности переработки пульпы и возврате в цикл крупнодисперсных частиц абразива. Показана разработанная лабораторная установка, в ходе эксплуатации которой выявлены основные недостатки и разработана полупромышленная установка. Регенерированный абразив на полупромышленной установке представлен преимущественно крупнодисперсной фракцией (частиц с диаметром более 75 мкм > 90 %), что положительно влияет на качество реза при гидрорезке.

Введение

Гидроабразивная резка представляет собой способ получения заданных размеров изделий благодаря использованию направленного потока жидкоабразивной смеси. Гидроабразивный станок с числовым программным управлением (ЧПУ), высокой скоростью и точностью разрезает материал, при этом процесс резки почти не зависит от типа материала. Благодаря высокой эффективности, простоте в эксплуатации и высокой производительности, гидрорезка стала основным способом обработки материалов и широко используется в машиностроительной, аэрокосмической, автомобильной, судостроительной и других отраслях промышленности.

Федорчук Юрий Митрофанович – доктор технических наук, профессор, академик Российской академии естественных наук, отделение общетехнических дисциплин школы базовой инженерной подготовки; Матвиенко Владимир Владиславович – ассистент отделения общетехнических дисциплин школы базовой инженерной подготовки, e-mail: vvm32@tpu.ru, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия.

Для повышения эффективности процесса резки в высокоскоростную струю (300...900 м/с) потока воды под давлением 200...600 МПа вводится поток абразивных частиц [1]. В качестве абразива используются частицы природного (кремень, естественный корунд, природные алмазы, гранат) и синтетического (электрокорундовые абразивные материалы, монокорунд, карбид бора, синтетические алмазы и т.д.) происхождения. Преимущественно используется гранатовый песок, по минеральному составу состоящий из альмандина $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$. Гранатовый песок причиняет меньший износ соплу по сравнению с электрокорундом и карбидом кремния, при этом имеет приемлемую твердость для резания большинства материалов [2]. Альмандин – железисто-алюминиевый гранат вишнево-красного цвета с высокой твердостью – 7–8 по шкале Мооса, плотностью – 4,1...4,3 г/см³.

В общей структуре затрат на гидрорезку около 50 % составляют затраты на гранатовый песок, который импортируется в Россию из-за рубежа: Индии, Австралии, Китая. По мнению специалистов, достоинство водоабразивной резки заключается в раскрое толстых деталей и полуфабрикатов с толщиной более 70 мм. При увеличении толщины обрабатываемой детали, соответственно, увеличивается расход абразива. В 2013 г. в России использование гранатового песка в водоабразивной резке находилось на уровне 25 000 т в год [3]. В городе Томске ежегодно в водоабразивной резке используется 55...80 т гранатового песка, за 2016 – 2019 гг. потрачено 285,5 т абразива (табл. 1), который после использования был вывезен на полигоны.

Гранатовый песок в процессе резки подвергается разрушению в результате соударений с разрезаемым материалом и самим собой. Используемый в процессе абразив в основном взаимодействует с обрабатываемой деталью в контактных зонах 1 и 2, максимально при этом измельчаясь, а в области 3 он почти не взаимодействует с заготовкой (рис. 1). Таким образом, только 30 – 50 % абразива действительно используется (за один цикл). Толщина и материал обрабатываемой заготовки влияют на количество разрушаемого в процессе резки абразива [4].

Таблица 1

Использование гранатового песка в гидроабразивной резке на предприятиях Томской области, т

Предприятие	2016	2017	2018	2019	Предпринимаемые действия с отходами
АО «Томзэл»	60	60,5	55	30	Вывоз пульпы на полигон
Фирма «Гидрорез»	–		10		Засыпка ям и траншей на территории предприятия
Корпус №16 ФГАОУ ВО «НИ ТПУ»	15				В зимнее время – использование в качестве противогололедного материала; летнее – засыпка ям и траншей
Итого	75	75,5	80	55	–

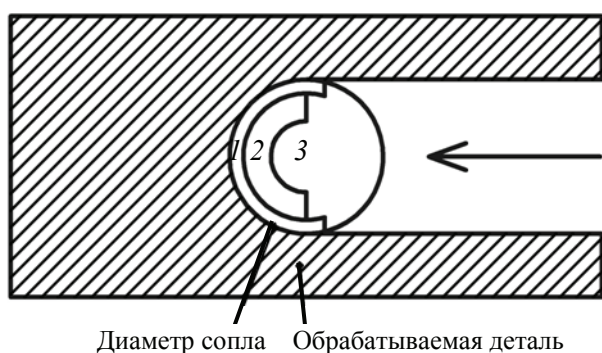


Рис. 1. Разрушение абразива в гидроабразивной струе [4]

Частицы разрезаемого материала смешиваются с частично дезинтегрированным гранатовым песком и образуют пульпу, которая в настоящее время сбрасывается в окружающую среду. Отработанный гранатовый песок, полученный в результате гидроабразивной резки в промышленности, вывозится на депонирование в отвалы, а в редких случаях используется как песок для строительных нужд и в дорожном строительстве [5, 6]. Использование некондиционного абразива, с размером частиц менее 40 мкм, а также мелкодисперсных частиц разрезаемых материалов в строительных изделиях позволяет решить задачи по охране окружающей среды (исключается непосредственный контакт отходов с окружающей средой), освобождать или не задействовать новые ценные земельные ресурсы под полигоны для хранения отходов [7].

Ознакомление с отечественной и иностранной литературой по использованию отходов не дает достаточной информации по рециркуляции отходов гидроабразивной резки в России и странах СНГ, что возможно связано с отсутствием интереса к отходам, образующимся в небольших количествах. За рубежом, а именно в Чехии, Малайзии и США, проводят исследования по регенерации песка, но они больше теоретического, чем практического характера, так как современные устройства и системы для регенерации гранатового песка не способны дифференцировать абразивные частицы гранатового песка от частиц разрезаемых материалов аналогичного размера [8 – 10]. Посторонние материалы создают нежелательные проблемы в процессе гидроабразивной резки, находясь в регенерированном абразиве, – ускоряют износ сопла станка резки, уменьшают скорость резки, забивают канал подачи абразива. Следовательно, существует необходимость в создании установки регенерации абразива, для эффективного удаления инородных материалов.

Цели исследования – оценка возможности восстановления отходов гранатового песка после гидрорезки и разработка полупромышленной установки по регенерации отработанного гранатового песка.

Методы исследования

В ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» поступило около двух тонн отработанного гранатового песка, который был использован в гидрорезке различных материа-

лов (сталь, пластик, стекло, дерево, нержавейка и т.д.) фирмой ООО «Гидрорез» (г. Томск). Для отбора проб весь объем песка был тщательно усреднен путем перелопачивания массы в целях нивелирования флуктуаций химического и гранулометрического состава.

Исследование гранулометрического состава нового (от поставщика), отработанного и регенерированного гранатового песка проводилось согласно ГОСТ 27562–87 методом ситового анализа – автоматически ситовым вибрационным анализатором АСВ-200, а также вручную с промывкой водой. Использовали сита с размерами ячеек: 100, 75, 44 мкм. Определение насыпной плотности и влажности проводилось согласно ГОСТ 8735–88.

Исследование морфологии частиц гранатового песка проводилось с использованием электронного микроскопа JEOL JCM 6000.

Результаты и их обсуждение

Основными критериями, влияющими на возможность возврата абразива в цикл гидрорезки, являются морфология частиц и гранулометрический состав. Известно, что минимальный диаметр частиц абразива, пригодный для гидрорезки – более 40 мкм [11]. По результатам гранулометрического анализа видно, что 62 масс.% частиц находятся в классе +75 мкм, что подтверждает возможность возврата отработанного абразива после регенерации в цикл резки:

Класс, мкм	+100	–100 + 75	–75 + 44	–44
Массовое содержание, %	50,4	11,9	14,5	23,2

Частицы отработанного абразива преимущественно остроугольные и много осколков, своей формой отличных от изометрической, которая присуща новому абразиву от поставщика, количественно преобладают частицы диаметром менее 70 мкм (рис. 2).

Остроугольная форма частичек максимально эффективна при гидрорезке [11]. В ходе исследований определена насыпная плотность отработанного гранатового песка – 1,813 кг/м³, истинная плотность – 4,1 кг/м³. Влажность отработанного абразива – 11 масс.%.

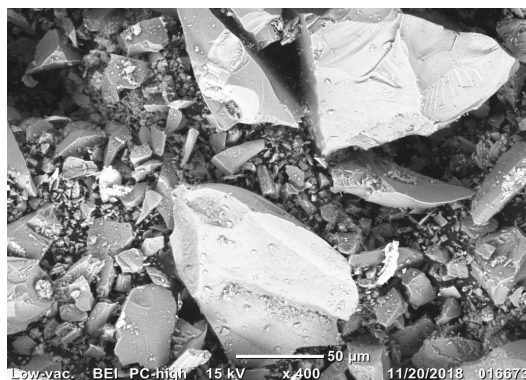


Рис. 2. Микрофотография частиц отработанного гранатового песка

Разработанная лабораторная установка регенерации отходов гидроабразивной резки гранатовым песком, представленная на рис. 3, защищена патентом РФ на изобретение [12].

Регенерация абразива на установке заключается в следующем: пульпу закачивают пульпонасосом 1 в накопительный бункер 2, оборудованный перемешивающим устройством 3. Одновременно с подачей пульпы, в накопительный бункер подают воду из бака 4. При вращении лопастей перемешивающего устройства твердая фракция переходит во взвешенное состояние, и образующаяся пульпа сливается через дозатор на концентрационный стол 5, который приводится в движение инерционным приводом. При продольных колебаниях концентрационного стола и равномерной подаче смывной воды вдоль длинной стороны деки стола обеспечивается разрыхление слоя частиц подаваемой смеси на поверхности концентрационного стола и их транспортирование. В результате сноса верхнего слоя частиц потоком жидкости поперек деки и транспортирования нижнего слоя (где концентрируются тяжелые частицы) вдоль деки происходит расслоение частиц различной плотности либо крупности, что позволяет разделить частицы различной крупности на различные массопотоки. Так как частицы разрезаемых материалов относятся к иловым с дисперсностью, не превышающей 15 мкм, то они уносятся массопотоком верхнего слоя, не смешиваясь с крупнодисперсными частицами гранатового песка (рис. 4). Веер частиц гранатового песка, образованный вдоль деки стола, позволяет выделить массопотоки мелкодисперсного и крупнодисперсного гранатового песка, в результате чего верхний слой частиц сносится потоком смывной воды в одном направлении, а транспортирование нижнего слоя (где концентрируются тяжелые частицы) – в другом (см. рис. 4).

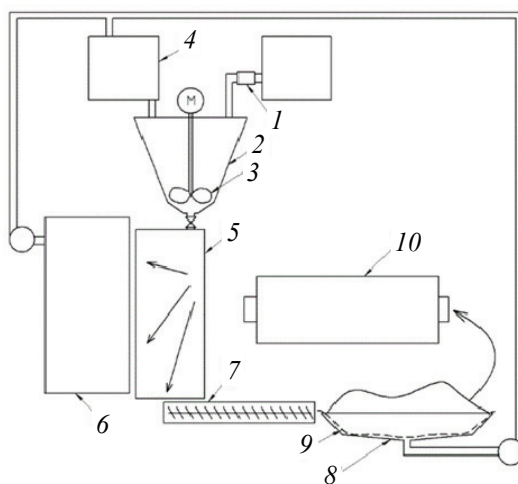


Рис. 3. Технологическая схема лабораторной установки регенерации:

1 – пульпонасос; 2 – накопительный бункер; 3 – перемешивающее устройство; 4 – бак для воды; 5 – концентрационный стол; 6 – отстойник; 7 – шнек; 8 – фильтрационная емкость конической формы; 9 – сетка фильтрационной емкости; 10 – вращающаяся сушильная печь

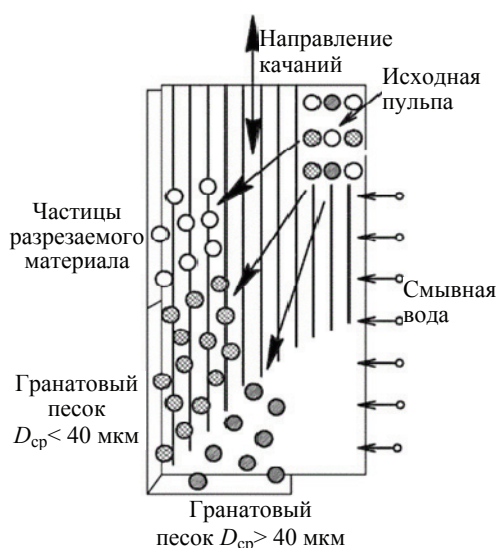


Рис. 4. Схема массопотоков по поверхности деки концентрационного стола (вид сверху)

ила воду из отстойника закачивают в бак 4, обеспечивая замкнутый водооборот. Воду из фильтрационной емкости также направляют в бак 4.

В ходе лабораторных испытаний выявлены следующие недостатки установки.

1. На гидроабразивных станках с самодельными приемными ваннами для хранения отходов абразивов отсутствует решетка, сепарирующая крупные обрезки обрабатываемых деталей от использованного абразива, поэтому в отходах гранатового песка периодически попадают крупные обрезки (металлические, керамические, пластмассовые, деревянные и т.д.) диаметром свыше 10 мм. Крупная фракция разрезаемых материалов забивает приемную воронку концентрационного стола, а также застревает на выходе из накопительного бункера, происходит заклинивание лопастей перемешивающего устройства в накопительном бункере, вследствие чего необходимо останавливать работу установки и вручную удалять крупную фракцию.

2. Значительное содержание мелкой фракции (около 30 % – частицы диаметром менее 70 мкм), при нестабильной работе установки, в частности концентрационного стола, приводит к проскоку мелкодисперсных частиц в целевую фракцию, что снижает КПД процесса последующей гидрорезки.

По результатам проведенных исследований разработана полупромышленная установка регенерации отходов гидроабразивной резки гранатовым песком, аппаратурная схема которой представлена на рис. 5.

Полупромышленная установка включает в себя место хранения отработанного влажного абразива 1, виброгрохот 2 с контейнером 3 для частиц с диаметром более 5 мм и контейнером 4 для частиц с диаметром менее 5 мм, подъемник 5 с емкостью 6 для отработанного влажного абразива, бункер 7 со шнековым питателем 8. Выгрузочное окно шнекового питателя 8 расположено над зоной подачи исходного питания спирального

Частицы разрезаемого материала и гранатовый песок со средней дисперсностью D_{cp} менее 40 мкм стекают по желобу в отстойник 6 на осветление осадка. Крупнодисперсный влажный абразив по шнеку 7 транспортируют в фильтрационную емкость конической формы 8, оборудованную сливом для воды и фильтрующей сеткой 9 с диаметром ячейки 40 мкм. Первичное обезвоживание массы в фильтрационной емкости проводят в течение суток при температуре свыше 5 °С в сухой среде, после чего массу отправляют на сушку в барабанную вращающуюся печь 10. После осаждения

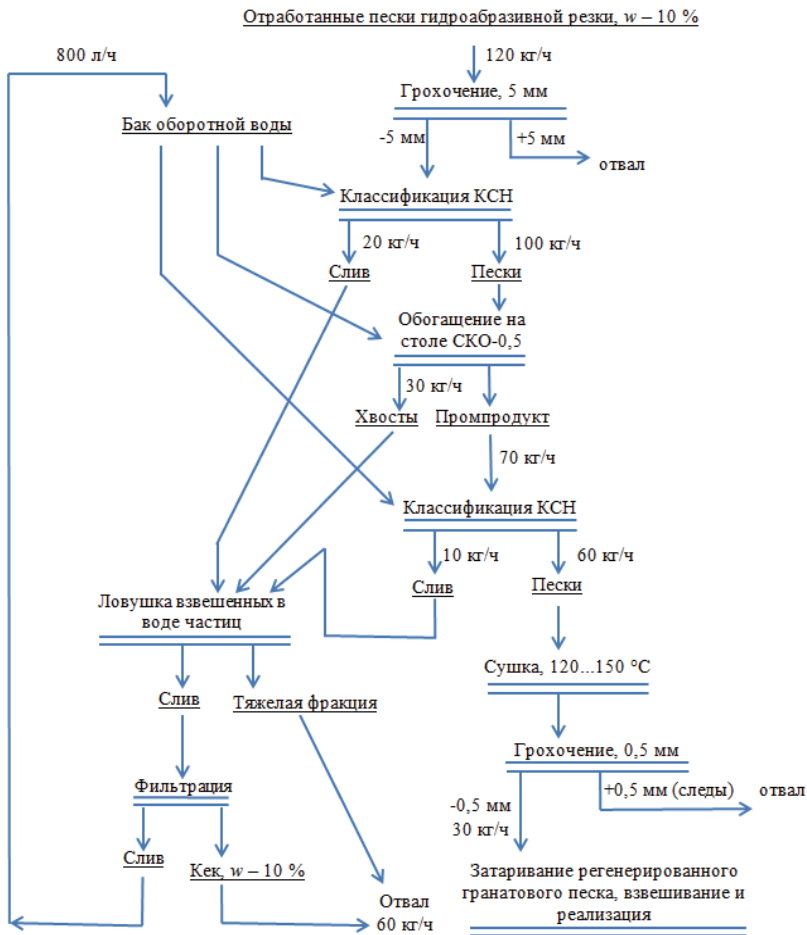


Рис. 6. Технологическая схема регенерации отходов отработанного гранатового песка

сливается через сливной порог в нижней части корыта спирального классификатора 9 и уходит в слив по дренажной трубе, попадая в ловушку взвешенных частиц 16. Осевшая на дно корыта спирального классификатора 9 крупная фракция пульпы направляется спиралью вверх по корыту, обезвоживается и разгружается через люк выгрузки классификатора в приемную воронку концентрационного стола 11, в которую также подается вода для распульповывания массы отработанного гранатового песка, после чего пульпа распределяется по поверхности деки концентрационного стола, осуществляющего возвратно-поступательные горизонтальные колебания. Разделяемые частицы в зависимости от их удельного веса и крупности расслаиваются и движутся по деке концентрационного стола с разными скоростями и направлением, образуя веер. Концентратная часть веера с частицами гранатового песка более 70 мкм направляется в желоб для сбора регенерированного гранатового песка, откуда затем поступает в зону подачи исходного питания спирального классификатора 10, в которую также подается вода для распульповывания массы регенерированного гранатового песка.

При условии нестабильности работы концентрационного стола, в регенерированном гранатовом песке могут присутствовать частицы менее 70 мкм, мелкая фракция пульпы сливается через сливной порог в нижней части корыта спирального классификатора 10 и уходит в слив по дренажной трубе, попадая в ловушку взвешенных частиц. Осевшая на дно корыта спирального классификатора 10 крупная фракция пульпы транспортируется спиралью вверх по корыту, обезвоживается и разгружается через люк выгрузки классификатора, перемещаясь по патрубку в загрузочный узел барабанной сушильной печи с бутарой 12, при вращении которой регенерированный гранатовый песок взаимодействует с теплоносителем, отдает влагу, после чего сепарируется в бутаре с размером ячеек 0,5 мм. Частицы с диаметром более и менее 0,5 мм направляются в емкости 14 и 13 соответственно, после чего содержимое емкости 13 направляется на фасовку по мешкам, на весах 15. Ловушка взвешенных частиц, представляет собой отстойник, в который направлены дренажные трубы классификаторов 9 и 10, а также концентрационного стола. Крупные частицы оседают на дне ловушки, а взвешенные в воде илистые частицы диаметром менее 15 мкм в переливающемся через край ловушки потоке воды попадают в нутч-фильтры открытого типа. Ил заливается в нутч-фильтры сверху, а с противоположной стороны дна под фильтрующим материалом вакуум-насосом 17 создается вакуум, под действием которого происходит разделение твердой и жидкой фаз ила. Вакуумный насос работает с фильтрами через каплеотбойник 18, который препятствует проскоку фильтрата в вакуум-насос.

Проведены испытания (рис. 7) регенерированного гранатового песка, полученного на полупромышленной установке; материал был регенерирован из отработанного гранатового песка 80 меш (Китай) и имел следующие характеристики:

- влажность песка – 0 %;
- форма гранул – остроугольная;
- истинная плотность материала – $4,1 \text{ г/см}^3$;
- фракционный состав песка – классы: $-0,3 + 0,1 \text{ мм} = 78,5 \%$;
 $-0,1 + 0,075 \text{ мм} = 11 \%$; $-0,075 + 0,044 \text{ мм} = 7,8 \%$; $-0,044 = 2,5 \%$;
- количество песка для проведения испытаний – 25 кг.



а)



б)

Рис. 7. Станок гидроабразивной резки Tesnocut Idroline 1740:

а – общий вид; б – вид сверху

В качестве материала сравнения в контрольном опыте применен свежий гранатовый песок 80 меш (Китай), отвечающий требованиям ТУ 3988-003-76245879-2017.

Оборудование, используемое в ходе испытаний, а также параметры резки:

- гидроабразивный станок Tecnocut Idroline 1740;
- обрабатываемые детали: дюралевый лист Д16Т толщиной 16 мм, лист стали Ст3 толщиной 14 мм;
- давление воды: 225 и 320 МПа;
- диаметры сапфировых фильер: 250 и 350 мкм.

Результаты испытаний резки деталей представлены в табл. 2. Расход при резке различных деталей регенерированным абразивом равен расходу нового абразива от поставщика – 400 г/мин. При резке стальных деталей регенерированным песком 140 меш с фильерой для воды (сапфировое сопло) диаметром 350 мкм, которая используется для нового песка от поставщика 80 меш, качество поверхности неудовлетворительное, наблюдается большая шероховатость поверхности реза (рис. 8, б). Для устранения данного недостатка необходимо произвести установку соответствующего комплекта технологической оснастки – фильеры для воды диаметром 250 мкм, в соответствии с имеющейся фракцией регенерированного песка 140 меш, что и было осуществлено (рис. 8, а). Это позволило добиться качества резки, сопоставимое с качеством исходного гранатового песка.

Таблица 2

Показатели гидроабразивной резки

Показатель	Гранатовый песок				
	от поставщика 80 меш		регенерированный 140 меш		
Скорость реза, мм/мин	100	80	100	70	70
Деталь	дюралевый лист	лист стали	дюралевый лист	лист стали	
Давление воды, МПа	225	320	225	225	320
Диаметр фильер, мкм	350	250	350	350	250
Качество поверхности реза	Удовлетворительно		Допустимо		Удовлетворительно

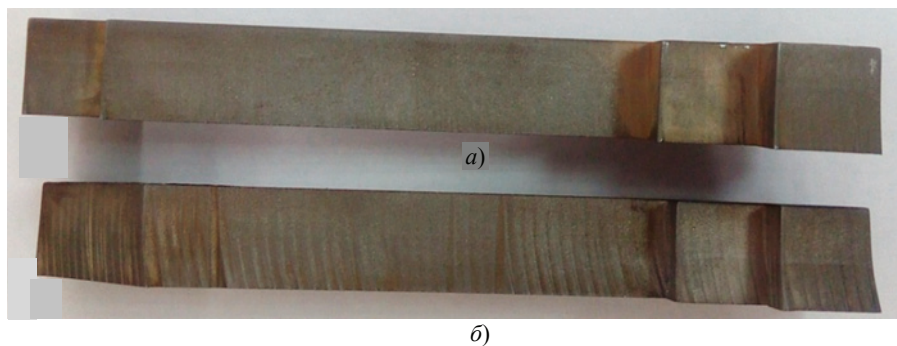


Рис. 8. Детали, полученные при использовании регенерированного гранатового песка

При резке наблюдаются небольшая ее неравномерность на разных участках детали и конгломерация песка при остановке его подачи при переходе на резку следующего элемента детали. Данные обстоятельства свидетельствуют о неравномерности подачи песка. Вероятно, это обусловлено наличием мелкой фракции песка. Для исключения неравномерности резки и конгломерации песка в подающем патрубке рекомендуется полностью исключить из состава фракции классы $-0,075 + 0,044$ мм = 7,8 % и $-0,044$ = 2,5 %. Скорость резки и расход абразива не изменились, соответственно резка регенерированным гранатовым песком не будет вызывать ускоренный износ смесительной трубки станка резки.

Заключение

Производительность лабораторной установки на основе концентрационного стола СКО-0,5 составила 0,85 т/сутки по регенерированному абразиву. Однако выявленные недостатки в ходе лабораторных испытаний, такие как проскок в целевую фракцию некондиционных частиц и нахождение в пульпе крупных обрезков разрезаемых деталей, снижают производительность установки.

Эмпирически определены оптимальные параметры регенерации на концентрационном столе СКО-0,5: углы стола относительно поперечной и продольной плоскостей составили соответственно 5° и 7° , длина хода деки – 16 мм, частота колебаний – 400 мин^{-1} . Разработанная полупромышленная установка позволяет провести комплексную переработку отработанного гранатового песка и вернуть в цикл гидроабразивной резки (после однократного использования) не менее 50 % абразива, при этом в регенерированном песке практически не содержится мелкодисперсных частиц с фракциями: $-0,075 + 0,044$ мм – 7,8 %; $-0,044$ – 2,5 %. Впервые разработаны ТУ 3988-001-55734858-2018 на регенерированный гранатовый абразив.

Скорость резки и качество реза поверхности регенерированным абразивом соответствуют новому абразиву. Таким образом, разработанный способ очистки отработанного гранатового песка попадает в разряд энерго- и ресурсосберегающих технологий благодаря повторному использованию данного малотоннажного отхода промышленности.

Список литературы

1. Perec, A. Disintegration and recycling possibility of selected abrasives for water jet cutting / A. Perec // DYNA. – 2017. – Vol. 84, No. 203. – P. 249 – 256. doi:10.15446/dyna.v84n203.62592
2. Барсуков, Г. В. Разработка технологии модификации вторичных техногенных абразивных материалов для гидроабразивного резания / Г. В. Барсуков, К. Ю. Фроленков, А. А. Александров // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 3-2 (299). – С. 82 – 90.
3. Полянский, С. Н. Интенсификация использования технологической среды / С. Н. Полянский, С. В. Бутаков // Вестн. машиностроения. – 2013. – № 4. – С. 59 – 61.
4. New Approach of Recycling of Abrasives for Water Jet Cutting / M. Duspara, T. Palatinuš, D. Marić [et al.] // Advances in Manufacturing Engineering and Materials :

Proceedings of the International Conference on Manufacturing Engineering and Materials (ICMEM 2018), 18 – 22 June, 2018, Nový Smokovec, Slovakia. – Springer Nature Switzerland, 2019. – P. 29 – 35.

5. Marshall Properties of Asphalt Mixture Containing Garnet Waste / S. R. Aletba, N. A. Hassan, E. Aminudin [et al.] // *Advanced Research in Materials Science*. – 2018. – Vol. 43, No. 1. – P. 22 – 27.

6. Characterization of Soil Mixed with Garnet Waste for Road Shoulder / W. N. H. M. Sani, A Mohamed, H. Md. Nor [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The 12th International Civil Engineering Post Graduate Conference (SEPKA), The 3rd International Symposium on Expertise of Engineering Design (ISEED), 27–28 August 2018, Johor, Malaysia*. – IOP Publishing Ltd, 2019. – Vol. 220. – P. 012052 (10 p.).

7. Кузнецова, Н. В. Исследование составов газобетонов с заполнителем из отходов литейного производства / Н. В. Кузнецова, И. И. Стерхов // *Вопросы соврем. науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 3 (53). – С. 24 – 30.

8. Recycling Capacity of Abrasives in Abrasive Water Jet Cutting / N. S. Guo, H. Louis, G. Meier, J. Ohlsen // *Jet Cutting Technology*. – 1992. – P. 503 – 523.

9. Babu, M. K. A Study on Recycling of Abrasives in Abrasive Water Jet Machining / M. K. Babu, O. V. K. Chetty // *Wear*. – 2003. – Vol. 254, No. 7-8. – P. 763 – 773. doi: 10.1016/S0043-1648(03)00256-4

10. Wating Abrasive Recyclacion System after Hydroabrasive Erosion Process / J. Kmec, L. Bičejová, M. Gombár [et al.] // *Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering*. – 2012. – Vol. 10, No. 3. – P. 415 – 418.

11. Верченко, А. В. Повышение эффективности технологических процессов гидроабразивной резки деталей : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / Верченко Алексей Викторович. – Ростов-на-Дону, 2017. – 169 с.

12. Пат. 2701017 Российская Федерация, МПК В03В 7/00, В03В 9/06. Способ рециклинга отходов гранатового песка от гидроабразивной резки / Ю. М. Федорчук, В. В. Матвиенко, А. С. Ивашутенко, Н. Н. Воронков, С. В. Рябцев, Д. В. Нарыжный; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – № 2018147481 ; заявл. 29.12.2018 ; опубл. 24.09.2019, Бюл. № 27. – 12 с.

References

1. Perek A. Disintegration and Recycling Possibility of Selected Abrasives for Water Jet Cutting, *DYNA*, 2017, vol. 84, no. 203, pp. 249-256, doi:10.15446/dyna.v84n203.62592

2. Barsukov G.V., Frolenkov K.Yu., Aleksandrov A.A. [Development of technology for the modification of secondary technogenic abrasive materials for waterjet cutting], *Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii* [Fundamental and applied problems of engineering and technology], 2013, no. 3-2 (299), pp. 82-90. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Polyanskiy S.N., Butakov S.V. [Intensification of the use of the technological environment], *Vestnik mashinostroyeniya* [Bulletin of mechanical engineering], 2013, no. 4, pp. 59-61. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Duspara M., Palatinuš T., Marić D., Samardžić I., Ivandić Ž., Stoić A. Advances in Manufacturing Engineering and Materials, Proceedings of the International Conference on Manufacturing Engineering and Materials (ICMEM 2018), 18 - 22 June, 2018, Nový Smokovec, Slovakia, Springer Nature Switzerland, 2019, pp. 29-35.

5. Aletba S.R., Hassan N.A., Aminudin E., Jaya R.P., Hussein A.A. Marshall Properties of Asphalt Mixture Containing Garnet Waste, *Advanced Research in Materials Science*, 2018, vol. 43, no. 1, pp. 22-27.

6. Sani W.N.H.M., Mohamed A, Nor H.Md., Kamarudin N.A.S, Khalid N.H.A, Sam A.R.M., Rashid R.Ab. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The 12th International Civil Engineering Post Graduate Conference (SEPKA), The 3rd International Symposium on Expertise of Engineering Design (ISEED), 27-28 August 2018, Johor, Malaysia, IOP Publishing Ltd, 2019, vol. 220, pp. 012052 (10 p.).

7. Kuznetsova N.V., Sterkhov I.I. [Research on the composition of aerated concrete with aggregate from foundry waste], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 3 (53), pp. 24-30. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Guo N.S., Louis H., Meier G., Ohlsen J. Recycling Capacity of Abrasives in Abrasive Water Jet Cutting, *Jet Cutting Technology*, 1992, pp. 503-523.

9. Babu M.K., Chetty O.V.K. A Study on Recycling of Abrasives in Abrasive Water Jet Machining, *Wear*, 2003, vol. 254, no. 7-8, pp. 763-773, doi: 10.1016/S0043-1648(03)00256-4

10. Kmec J., Bičejová E., Gombár M., Vagaská A., Sobotová L. Wating Abrasive Recyclacion System after Hydroabrasive Erosion Process, *Annals of Faculty Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering*, 2012, vol. 10, no. 3, pp. 415-418.

11. Verchenko A.V. *PhD Dissertation (Technical)*, Rostov-on-Don, 2017, 169 p. (In Russ.)

12. Fedorchuk Yu.M., Matviyenko V.V., Ivashutenko A.S., Voronkov N.N., Ryabtsev S.V., Naryzhnyy D.V. *Sposob reitsiklinga otkhodov granatovogo peska ot gidroabrazivnoy rezki* [Method of recycling pomegranate sand waste from waterjet cutting], Russian Federation, 2019, Pat. 2701017. (In Russ.)

The Development of Technology for Recycling Spent Pomegranate Sand after Waterjet Cutting

Yu. M. Fedorchuk, V. V. Matvienko

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Keywords: abrasive; waterjet cutting; pomegranate sand; industrial waste; resource-saving technologies; recycling.

Abstract: An assessment of the formation of waste waterjet cutting with pomegranate sand in Tomsk is given. Based on the results of laboratory studies, it was concluded that the pulp processing is profitable and that coarse particles of abrasive are returned to the cycle. The developed laboratory installation is shown, during the operation of which the main disadvantages are identified and a semi-industrial installation is developed. The regenerated abrasive in a semi-industrial installation is predominantly represented by a coarse fraction (particles with a diameter of more than $75 \mu\text{m} > 90 \%$), which positively affects the quality of the cut during the hydraulic cutting.

© Ю. М. Федорчук, В. В. Матвиенко, 2020

Теория и практика устойчивого экономического развития

УДК 339.1

DOI: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.056-060

ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

В. А. Золотова

*ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)»,
ФГУП «Научно-технический центр «Атлас», г. Москва, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Р. Р. Толстяков

Ключевые слова: динамика структуры производимой продукции; корпоративные структуры; мониторинг внутренней среды; типизированное предприятие промышленности России; управленческие инновации.

Аннотация: Рассмотрены основные тенденции изменения внешней среды предприятий промышленности России, функционирующих на основе имущества Российской Федерации. Выявлены возможности и угрозы по отношению к указанным предприятиям, которые рекомендуется учитывать в стратегическом и оперативном управлении. Сопоставлены возможности, образующиеся за счет изменений внешней среды, и особенности их внутренней среды на примере типизированного объекта. Проведен анализ влияния особенностей внутренней среды объекта в некоторых срезях на управление указанным объектом.

Высокотехнологичные предприятия промышленности России в настоящее время отличаются сложностью и многоуровневостью. План проведения реорганизации высокотехнологичных предприятий, проводимый в настоящее время в рамках реализации Распоряжения от 08.02.2017 № 227-р (Прогнозный план (программа) приватизации федерального имущества и основные направления приватизации федерального имущества на 2017 – 2019 годы), свидетельствует о продолжении укрупнения корпоративных

Золотова Вероника Анатольевна – старший преподаватель кафедры 501, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)», специалист по отчетности отдела правового обеспечения, e-mail: veragrey@yandex.ru, ФГУП «Научно-технический центр «Атлас», г. Москва, Россия.

структур в России, организованных, как правило, в виде группировок холдингового типа [1]. Предусматривается вхождение большого числа организаций с государственным участием или созданных на базе государственного имущества в состав корпораций (например, Госкорпорации «Ростех», «Роснано» и др.) как прямое (непосредственно через взносы в уставный капитал), так и опосредованное (путем вхождения в состав предприятий дочерними зависимыми обществами, которые входят в корпоративную структуру).

Целесообразность укрупнения обуславливается в источнике [2], согласно которому предусматривается дальнейшее развитие высокотехнологичных предприятий промышленности России с учетом отраслевой принадлежности данных предприятий. Однако необходимо указать на часть проблем, порождаемых указанными преобразованиями, в числе которых затруднительность применения методов антикризисного управления к предприятиям с кризисной ситуацией, включающимся в состав корпоративной группировки. Возникают риски распространения кризисных ситуаций на все предприятия, входящие в корпоративную структуру, и компенсация ущерба от кризисной ситуации вместо использования более продуктивных методов антикризисного управления, как представлено в работе [3].

Угрозой со стороны внешней среды предприятий, попадающих в условия реорганизации, является увеличение числа систем управления транзакционного типа, которые действуют в рамках корпоративных систем. Данная тенденция указывает на необходимость продолжения разработок в области эффективного управления корпоративными структурами, а также группы разработок в области эффективного управления изменениями по отношению к высокотехнологичным предприятиям и их группировкам.

Также наблюдаются тенденция централизации управления, концентрация ресурсов предприятий промышленности, которые направляются для принятия централизованных управленческих решений. Значимость управленческих решений возрастает, и управленческие ошибки при такой форме управления могут приводить к гораздо более негативным последствиям.

В современных исследованиях в области управления инновационными процессами появляются рекомендации внедрения управленческих инноваций в период проведения антикризисного управления и реструктуризации (реорганизации) предприятий промышленности России, например, в работах [4, 5]. Существует возможность в условиях возникших изменений значительно смягчить задачи социального отторжения инноваций (ввиду необходимой подготовки работников предприятия к изменениям в организации), проведения обучения работников новым формам управления.

Многие авторы высказывают мнение о необходимости качественного мониторинга и анализа текущего состояния предприятия промышленности [6, 7]. Приводится аргументация, которая указывает на возвращение акцента в текущем управлении предприятием с борьбы с убыточностью предприятий на недопущение накопления «токсичной» задолженности и обеспечение достаточного для функционирования и развития предприятия промышленности объема оборотных средств предприятия. Одним из срезов управления деятельностью предприятия является регулирование объемов производства и списания себестоимости произведенной продукции под размер полученной выручки предприятия.

По данному вопросу выполнено много исследований на предмет оценки устойчивости состояния предприятия и наступления кризисной ситуации или банкротства. Работы, рассмотренные авторами, касаются как совокупного рассмотрения задачи генерирования незавершенного производства и его списания при формировании выручки от реализации продукции, например, в работах [7, 8], так и отдельно рассматриваемых вопросов управления незавершенным производством и производственным циклом предприятия промышленности [9]. Несмотря на это следует отметить недостаточность оценки отклонений и поиска малых отклонений в состоянии предприятия промышленности (как объекта управления) применительно к современным условиям функционирования.

Для рассмотрения отклонений на предмет устойчивости выберем типизированное предприятие промышленности России. Его типизация заключается в партионности выпускаемой продукции (единичной и мелкосерийной), отсутствии крупных программ по реструктуризации предприятия, выполнении программ по модернизации производственного процесса. Также предусматривается, что производственный цикл составляет менее года.

Анализ данных по типизированному предприятию указывает на наличие нескольких видов производимой продукции, доля которых в структуре производственного процесса составляет не более 5 % для каждого вида. При том, что остальные виды производственной продукции могут иметь долю от 12 – 15 % и выше в общем объеме производства. При этом более четверти продуктовых направлений являются незначительными в общем объеме производимой продукции, что приводит к следующему выводу – прежде всего при проведении изменений на предприятии промышленности России для 25 % выпускаемой продукции дирекции такого предприятия необходимо применять особые приемы управления, которые направлены на модернизацию производства по незначительным направлениям или применение дополнительных методов развития и инновационных технологий не только в производстве, но и в управлении такими продуктовыми направлениями.

Если подвергнуть оценке скорость изменений в структуре производимой продукции в каждом сегменте производства, то можно увидеть, что наибольший рост не превышает 16 %. Снижение веса для аналогичного периода составляет не более 15 %. Причем такие колебания в структуре производимой продукции наблюдаются у одного или двух ее видов. Соотнесение анализа производства типизированного предприятия с его финансово-экономическими показателями указывает, что предварительно можно считать скорость падения и роста доли производства в общем объеме в пределах 15 % малыми допустимыми отклонениями объема производства, не влияющими на изменение состояния предприятия промышленности России.

Необходимо указать, что данный анализ внутренних структурных изменений имеет управленческую ценность в случае, если совокупный объем производства продукции предприятия не имел значимых колебаний. Для рассмотренного типизированного предприятия изменение в об-

шем объеме производства продукции предусматривалось в диапазоне 10 – 30 %. Кроме того, значимость такого анализа повысит его дополнение анализом жизненного цикла производимой продукции, что позволит определить вклад производственного процесса рассматриваемого предприятия в формирование выручки (или готового продукта). Это в свою очередь укажет дирекции предприятия промышленности, производство каких видов продукции является ключевым с точки зрения загрузки внутреннего производственного процесса предприятия (наибольший вес в объеме собственных работ, выполненных на предприятии).

Обобщив вышеизложенное, следует указать на необходимость учета масштабных структурных и организационных изменений на большом количестве предприятий промышленности России при формировании стратегий и программ их управления. Целесообразно использовать условия изменений на предприятиях промышленности России для реализации инноваций, в том числе в управлении. Реализация инновационных программ целесообразна с учетом колебаний долей производства отдельных видов продукции предприятий промышленности России в общем объеме производства. Разработка инновационных программ прежде всего должна быть направлена на развитие продуктовых направлений, составляющих долю менее 5 % в общем объеме производства рассматриваемых предприятий.

Список литературы

1. Дмитриев, О. Н. Оценивание целесообразности корпоратизации российских предприятий в современных условиях и выбор предпочтительной организационно-экономической схемы корпоратизации / О. Н. Дмитриев // Микроэкономика. – 2017. – № 5. – С. 22 – 28.
2. Боткин, И. О. Формирование структур холдингового типа в целях роста устойчивости бизнеса / И. О. Боткин, И. В. Гребёнкин // Экономика региона. – 2009. – № 3 (19). – С. 188 – 193.
3. Золотова, В. А. Управленческие проблемы и задачи формирования программы антикризисного управленческого инновирования в высокотехнологичное предприятие промышленности России / В. А. Золотова. – М. : КноРус, 2017. – 212 с.
4. Золотова, В. А. Организационно-экономический механизм формирования программы антикризисного управления предприятием промышленности России / В. А. Золотова. – М. : Перо, 2013. – 165 с.
5. Киселева, О. Н. Особенности использования организационно-управленческих инноваций в системе антикризисного управления предприятием : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Киселева Оксана Николаевна. – Саратов, 2007. – 336 с.
6. Ельчанинов, Д. В. Развитие механизмов антикризисного управления на промышленных предприятиях: теория и практика : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Ельчанинов Дмитрий Владимирович. – Самара, 2008. – 268 с.
7. Мороз, О. А. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / О. А. Мороз. – М., 2008. – 23 с.
8. Блошенко, А. А. Технология интегрального оценивания устойчивости финансово-экономического состояния предприятия Российской промышленности : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Блошенко Анна Александровна. – М., 2009. – 193 с.
9. Чупров, С. В. Управление устойчивостью производственных систем в условиях инновационной модернизации : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / С. В. Чупров. – Иркутск, 2008. – 39 с.

References

1. Dmitriyev O.N. [Assessing the feasibility of corporatization of Russian enterprises in modern conditions and the choice of the preferred organizational and economic scheme of corporatization], *Mikroekonomika* [Microeconomics], 2017, no. 5, pp. 22-28. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Botkin I.O., Grebonkin I.V. [Formation of holding-type structures in order to increase the sustainability of business], *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 2009, no. 3 (19), pp. 188-193. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Zolotova V.A. *Upravlencheskiye problemy i zadachi formirovaniya programmy antikrizisnogo upravlencheskogo innovirovaniya v vysokotekhnologichnoye predpriyatiye promyshlennosti Rossii* [Management problems and tasks of forming a program of anti-crisis management innovation in a high-tech enterprise in Russia], Moscow: KnoRus, 2017, 212 p. (In Russ.)
4. Zolotova V.A. *Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm formirovaniya programmy antikrizisnogo upravleniya predpriyatiyem promyshlennosti Rossii* [Organizational and economic mechanism for the formation of a crisis management program for a Russian industrial enterprise], Moscow: Pero, 2013, 165 p. (In Russ.)
5. Kiseleva O.N. *PhD Dissertation (Economics)*, Saratov, 2007, 336 p. (In Russ.)
6. Yel'chaninov D.V. *PhD Dissertation (Economics)*, Samara, 2008, 268 p. (In Russ.)
7. Moroz O.A. *Extended abstract of candidate's of economics thesis*, M., 2008, 23 p. (In Russ.)
8. Bloshenko A.A. *PhD Dissertation (Economics)*, M., 2009, 193 p. (In Russ.)
9. Chuprov S.V. *Extended abstract of Doctor's of economics thesis*, Irkutsk, 2008, 39 p. (In Russ.)

Prospects for Managing High-Tech Industrial Enterprises in Russia

V. A. Zolotova

*Moscow Aviation Institute (National Research University),
Research and Engineering Center "Atlas", Moscow, Russia*

Keywords: dynamics of the structure of manufactured products; corporate structures; monitoring of the internal environment; typified enterprise of industry of Russia; managerial innovation.

Abstract: The main trends in the external environment of Russian industrial enterprises operating on the basis of the property of the Russian Federation are considered. Opportunities and threats have been identified in relation to these enterprises, which are recommended to be taken into account in strategic and operational management. The possibilities formed due to changes in the external environment and the features of their internal environment are compared by the example of a typified object. The analysis of the influence of the features of the internal environment of the object in some sections on the management of the specified object is made.

© В. А. Золотова, 2020

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА КАК ФУНДАМЕНТ НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Т. Ю. Иванова, Я. А. Кочкова

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»,
г. Ульяновск, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Н. В. Злобина

Ключевые слова: конкуренция; цифровая трансформация; цифровая экономика; цифровизация.

Аннотация: Проведен анализ понятия «цифровая экономика» и выделены периоды ее развития. Отражены основные изменения, продиктованные цифровой экономикой для бизнеса. Современные компании должны подготовиться к данным изменениям, чтобы избежать любых пагубных последствий, таких как потеря квалифицированных сотрудников и постоянных клиентов, значимости на рынке и конкурентного преимущества. Рассмотрены преимущества цифровой экономики.

Введение

Сегодня стал очевиден факт, что электронно-информационная революция и ее продукт – электронная и цифровая экономики изменяют форму экономических отношений, институтов и организаций в глобальном пространстве рыночной экономики. В этой связи важным становится анализ истории возникновения и направлений развития цифровой экономики, выявление стратегий и ключевых факторов успеха всех экономических субъектов. Такой анализ крайне важен для того, чтобы интернет-экономика России смогла по уровню развития встать наравне с зарубежными странами.

Определение понятия «Цифровая экономика»

Первые понятия, а также концепция современной цифровой экономики появились в конце прошлого века. В 1995 году американский информатик Николас Негропonte использовал метафору о переходе от обработки атомов, составляющих материю физических веществ, к обработке битов,

Иванова Татьяна Юрьевна – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой управления, e-mail: Tivanova.j@gmail.com; Кочкова Яна Анатольевна – аспирант кафедры управления, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск, Россия.

составляющих материю программных кодов, и отметил, что материальные вещества, рассматриваемые в виде сырья и продуктов, имеют свои недостатки, такие как физический вес продукции, потребности в ресурсах для ее производства и использовании площадей для хранения, логистические издержки и проблемы, связанные с транспортировкой товаров [1].

В настоящее время, термин «цифровая экономика» становится актуальной темой для обсуждения. Вопросами осмысления сущности данного понятия занимались, в основном, зарубежные ученые. Важно отметить, что на сегодняшний день не существует общего понятия «цифровая экономика». В таблице 1 приведена целая серия определений этого термина и его содержания разных авторов, которые занимались данным вопросом, в исторической последовательности его появления.

Таблица 1

Эволюция понятия «цифровая экономика»

Год	Источник	Определение
1	2	3
1996	Д. Тапскотт [2]	Не дал точного определения, но сделал утверждение, что: «Новая эпоха цифровой экономики позволяет объединить интеллект, знания и творчество посредством технологий, чтобы достичь прорывов в создании благосостояния и социального развития»
1999	Н. Лейн [3]	«Совокупность вычислительных и коммуникационных технологий в сети Интернет и последующий, вытекающий поток информации и технологий, стимулирующий всю совокупность электронной коммерции и обширные организационные изменения»
2000	Р. Клинг, Р. Лэмб [4]	«Цифровая экономика включает в себя все товары и услуги, чье развитие, производство, продажа непосредственно зависят от цифровых технологий»
2013	ОECD (Организация экономического сотрудничества и развития) [5]	«Цифровая экономика – это тип экономики, который способствует осуществлению торговли товарами и услугами через электронную коммерцию в сети Интернет»
2013	Министерство широкополосных частот, коммуникаций и цифровой экономики Австралии [6]	«Глобальная сеть экономической и социальной деятельности, которая основана на цифровых технологиях, таких как интернет и мобильные сети»
2016	Т. Элмасри [7]	«Цифровая экономика – это цифровой доступ к товарам и услугам и использование цифровых технологий для повышения эффективности функционирования предприятий»
2016	А. П. Добрынин, К. Ю. Черных и др. [8]	«Цифровая экономика есть результат трансформационных эффектов новых технологий общего назначения в области информации и коммуникации»

1	2	3
2016	М. Роуз [9]	«Цифровая экономика – это всемирная сеть экономической деятельности, созданная из информации и коммуникационных технологий. Более простыми словами, цифровая экономика может быть определена, как экономика, основанная на цифровых технологиях, которые создают новые способы ведения бизнеса»
2017	Стратегии развития информационного общества РФ на 2017 – 2030 гг. [10]	Цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг
2017	Компания Deloitte [11]	«Цифровая экономика – это экономическая деятельность, которая является результатом миллионов каждодневных онлайн коммуникаций между людьми, бизнесом. Основа ЦЭ – гиперсвязь (гиперкоммуникации), которая означает растущую потребность людей, организаций в обмене информацией, которая может быть осуществлена только посредством интернета, мобильных технологий и др.»
2017	А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева и др. [12]	Цифровая экономика – это тип экономики, характеризующийся активным внедрением и практическим использованием цифровых технологий сбора, хранения, обработки, преобразования и передачи информации во всех сферах человеческой деятельности
2017	К. А. Семячков [13]	«Под «цифровой экономикой» следует понимать современный тип хозяйствования, характеризующегося преобладающей ролью данных и методов управления ими как определяющего ресурса в сфере производства, распределения, обмена и потребления»
2017	А. А. Харченко, В. Ю. Конюхов [1]	Электронная экономика (или «цифровая экономика») – экономическая деятельность, построенная на основе электронной коммерции, а также электронного денежного обмена
2017	С. А. Мохначев [14]	Цифровая экономика – это новые типы бизнес-моделей, новая степень сетевой связанности людей и их деятельность
2018	Д. А. Кузьмина [15]	Цифровая экономика – это не целостная экономика, а лишь ее сектор, из электронных товаров и услуг

Исходя из таблицы, можно сделать ряд заключений. В первую очередь, нужно отметить, что канадский предприниматель, консультант и исполнительный директор компании «Tapscott Group» Дон Тапскотт является «отцом цифровой экономики». Вышедшая в 1996 г. его «Цифровая экономика» стала первой книгой, описывающей систему виртуальной хозяйственной системы. В самые ранние дни цифровая экономика иногда назы-

валась интернет-экономикой, новой экономикой из-за ее зависимости от интернет-подключения. Однако сейчас можно увидеть, что цифровая экономика более развита и сложна, чем интернет-экономика, которая под одним определением просто означает экономическую ценность, полученную из Интернета. Проанализировав понятия, можно сделать вывод, что определения всегда являются отражением времени и тенденций, из которых они возникают. Ранние определения Тапскотта (1996), Лэйна (1999), Мезенбаурга (2001) сосредоточены конкретно на Интернете, отражая его появление в 1990-х годах в качестве основного технологического направления. Ранние определения стремились отделить понятия цифровой и информационной экономик. Затем, она переросла в новый способ ведения торговли. По хронологии можно увидеть, что начиная с 2016 г., термин «цифровая экономика» становится актуальным предметом исследования.

Периодизация развития цифровой экономики

Исходя из проведенного анализа определений и истории развития цифровой экономики, выделим периоды ее развития.

Первый этап – 1960 – 1970-е годы XX века. Появление инфраструктуры электронного бизнеса (оборудования, программного обеспечения, телекоммуникации и др.). В 1960 году в США были разработаны первые системы для ведения электронного бизнеса, при этом сделки проводились с помощью специальных протоколов обмена данными, что тормозило скорость обработки. В целях развития электронной коммерции были разработаны и внедрены более современные стандарты, например, EDI. Данная система представляет собой набор правил и норм, касающихся электронного оформления различных бумаг – таможенных деклараций, заказов, накладных документов и т.д. Например, на предприятиях повсеместно начинают внедряться факсы (создание модели компании Херох в 1964 году). Без данных технологий и оборудования предприятия уже не могут успешно конкурировать, особенно ведя крупный международный бизнес.

Второй этап – 1970 – 1990-е годы. Данный период связан с созданием сети Интернет. В 1963 году руководитель компьютерной лаборатории ARPA Джон Ликлидер предлагает первую детально разработанную концепцию компьютерной сети; 1982 год – рождение современного Интернета. Компьютерная лаборатория ARPA создала единый сетевой язык TCP/IP (Arpanet). Таким образом, Arpanet стала представлять собой высокоскоростную магистраль (backbone), обеспечивающую физическую связь между узлами (хостами). Считаем, что именно с созданием виртуальной компьютерной сети начинает зарождаться цифровая экономика, поскольку повсеместно на предприятиях начинают устанавливаться компьютеры, подключаемые к сети Интернет. Начинается преобразование аналоговых данных (записей клиентов, счетов и т.д.) в цифровые данные.

Третий этап – 1990 – 2015 годы. Развитие электронной коммерции. Начиная с середины 1990-х годов во всем мире наблюдается рост активности в области торговли через Интернет. В настоящее время через сеть можно купить практически любые товары. Интернет стал одним из основных каналов распределения товаров и услуг по всему миру. Это глубоко меняет экономику, рынки и промышленные структуры, продукты, услуги

и их потоки, сегментацию потребителей, потребительские ценности, поведение потребителей, рабочие места и рынки труда. Именно в этот момент и возникла электронная коммерция. Рынок электронной коммерции динамично развивается в течение последних 20 лет, что предопределено резким ростом количества интернет-пользователей, заметным увеличением влияния множества социальных сетей и прочих интерактивных онлайн-платформ, интенсивным развитием систем электронных платежей и использованием ведущими игроками рынка новых технологических платформ для электронной коммерции. Предприятие, не учитывающее потенциал электронной коммерции и электронного бизнеса, может потерять свои коммерческие позиции под воздействием более способных к приспособлению в условиях современного рынка конкурентов.

Четвертый этап – 2015 год – настоящее время. По нашему мнению, в ближайшем будущем цифровая экономика будет включать триллионы сетевых устройств во всех отраслях и сферах человеческой деятельности. Ее можно будет увидеть на пересечении трех наиболее заметных тенденций:

1. «Экономики по требованию» – модели, которая предполагает не продажу товаров и услуг, а получение доступа к ним именно в тот момент, когда это нужно. Получение заказов происходит онлайн, а их выполнение – офлайн. Например, с помощью приложения Uber можно быстро заказать такси, а Task Rabbit помогает найти людей, которые выполняют для вас мелкую работу вроде покупки продуктов или присмотра за домашним животным на время отъезда.

2. «Интернета вещей» – концепции вычислительной сети физических предметов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающей организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека.

3. «Больших данных». В широком смысле о «больших данных» говорят как о социально-экономическом феномене, связанном с появлением технологических возможностей анализировать огромные массивы данных в некоторых проблемных областях и вытекающих из этого трансформационных последствий [16].

Обращая внимание на эволюцию понятия «цифровая экономика», отметим, что электронная коммерция, онлайн-коммуникации и распространение цифрового контента изменяют рынки. Развивающаяся цифровая экономика разрушает существующие отрасли, создает новые и в процессе формирует не только новые возможности, но и серьезные проблемы для бизнеса, общества и государства. Ранние проявления данной эволюции поднимают серьезные вопросы, включая конкуренцию, налогообложение, защиту потребителей, нормативное регулирование и др.

Цифровая экономика как катализатор изменений в бизнесе

Цифровая экономика – это эволюция развития общества, которая пронизывает все аспекты повседневной жизни: от того, как мы взаимодействуем друг с другом, до того, какие навыки работы нам необходимы.

Весь потенциал цифровой экономики, по оценкам «Всемирного экономического форума», может означать новые научные исследования и открытия, новые возможности трудоустройства и невиданный ранее экономический рост [17]. Можно сказать, что для бизнеса система цифровой экономики меняет многие аспекты экономической жизни (табл. 2).

Современные компании должны подготовиться к данным изменениям, чтобы избежать любых пагубных последствий, таких как потеря квалифицированных сотрудников и постоянных клиентов, значимости на рынке и конкурентного преимущества [20]. Цифровая трансформация является уникальной задачей, затрагивающей каждую функцию и бизнес-единицу, а также требует быстрого развития новых навыков и инвестиций, которые сильно отличаются от обычного бизнеса. Эксперты научно-исследовательского журнала «MIT Sloan Research» обнаружили, что компании, предпринимающие шаги по адаптации к цифровой экономике, на 26 % более прибыльны, чем другие в своей отрасли, которые этого не делают [21]. Таким образом, те компании, которые рано внедряют изменения, вызванные под воздействием цифровой экономики, будут иметь долгосрочную перспективу на рынке, чем те, кто сопротивляется изменениям.

Таблица 2

Изменения, продиктованные цифровой экономикой для бизнеса

Показатель	Описание
1	2
Традиционные модели	Появление новых технологий свидетельствует о новом этапе развития инновационной экономики. Стремительное развитие цифровых технологий охватывает все сферы социально экономической деятельности – от бизнеса до государственных структур управления [18]. Они являются мощным инструментом трансформации деятельности компаний и целых отраслей, побуждая рыночных игроков в корне перестраивать привычные бизнес-процессы. Таким образом, новая технологическая реальность является ключевой предпосылкой трансформации бизнеса
Подходы к конфиденциальности и безопасности данных	Бизнес в условиях цифровой экономики вынужден сталкиваться с рядом угроз конфиденциальности данных. Появляются новые подходы к обеспечению безопасности баз данных. Машинное обучение уже используется для мониторинга активности с целью обнаружения вредоносного ПО. Кроме того, эта технология не только обрабатывает и анализирует данные намного быстрее, чем традиционные инструменты, но и обеспечивает прогнозирование угроз и кибератак. Новые законы, обязывающие компании защищать конфиденциальную информацию пользователей, породили огромный спрос на квалифицированный персонал службы безопасности как в государственном, так и частном секторах. Внедрение безопасности на уровне аппаратного обеспечения оказалось одним из наиболее интересных решений 2018 года. Такая защита поможет решить проблемы клонирования и подделки ПО, а также обеспечит безопасную аутентификацию наряду с уникальной идентификацией

1	2
Конкуренция	Становление цифровой экономики обусловило изменения в содержании экономических категорий. Так произошел переход к новому виду конкуренции, получившему название «гиперконкуренция». Гиперконкуренция представляет собой конкурентную среду, для которой характерны импульсивные, стремительные и жесткие действия соперничающих хозяйствующих субъектов. В такой среде получение превосходства над соперниками достигается путем слома принципов и обычаев функционирования рынка, общепринятых правил. На рынке в условиях гиперконкуренции нецелесообразно полагаться в долгосрочной перспективе ни на имеющиеся преимущества, ни на любые другие факторы, ассоциирующиеся со стабильностью. Оптимальный путь достижения успеха в такой среде – постоянное создание новых преимуществ. Победа при гиперконкуренции возможна только при обеспечении непрерывной разработки и внедрения инноваций, востребованных рынком. Устойчивое конкурентное преимущество в таких условиях – это динамика, способность меняться
Скорость принятия решений	Современные средства коммуникации позволяют мгновенно принимать любые управленческие решения, поскольку увеличивается скорость обмена информацией
Доступ к данным	Возможность сбора, хранения и обработки значительных объемов информации, которые находят применение, в том числе, для разработки управленческих решений и бизнес-коммуникаций. Сегодня информация о потребителях и конкурентах доступна всем
Риски, связанные с деятельностью	Информационная среда постоянно подвергается воздействию новых вредоносных хакерских программ, атакам вирусо-шифровальщиков, что вынуждает службы информационной безопасности развиваться теми же темпами и находить особое противодействие угрозам проникновений, например, масштабные атаки doc-файлами на HR-отделы предприятий. Открывающиеся перспективы создают широкое поле для роста новых рисков, которые не поддаются количественной оценке, характеризуются отсутствием достоверной информации о связях между причинами возникновения рисков и наступлением неблагоприятных последствий. Наличие гипотетических рисков, которые практически не рассчитываются и не анализируются, так как научные знания в соответствующей области отсутствуют [19]

Разработка стратегии цифрового рынка не только поможет создать преимущество, необходимое для вытеснения конкурентов, но и даст четкое направление вперед. И хотя разработка традиционной рыночной стратегии мало чем отличается, темпы изменений в цифровой экономике намного быстрее, неуклоннее и более сложны [22]. По нашему мнению, уже сегодня, при разработке стратегии компания должна:

- установить четкие цели и тактический план;
- определить, насколько хорошо знает своих клиентов и целевую аудиторию;

– определить основные изменения в стратегии конкурентов, их нововведения, связанные с цифровой средой;

– определить, какие маркетинговые инструменты могут понадобиться, и оценить их эффективность (в цифровых каналах, таких как социальные сети и онлайн-реклама);

– использовать все разнообразие, которое представляет собой маркетинг в условиях цифровой экономики: цифровую рекламу, поисковый маркетинг, контент-маркетинг, маркетинг в социальных сетях, маркетинг по электронной почте и многое др.;

– быть ориентированными на клиента; захватить и удержать их внимание.

Тем не менее, создание данного опыта, несомненно, является сложной задачей и требует больших затрат времени, денег и энергии. Начиная с первой точки взаимодействия и заканчивая удержанием клиентов, компании должны обеспечивать исключительное и целостное обслуживание клиентов.

Принято считать, что основные преимущества, создаваемые цифровой экономикой, получают представители домохозяйств в лице покупателей. И с этим сложно не согласиться. На самом деле благодаря цифровой экономике современный потребитель получил ряд дополнительных «бонусов» в форме бесплатного получения ряда благ через социальные сети, а также возможность приобретения товаров по более низким ценам, например, электронных версий различных литературных изданий или музыкальных произведений. Обращение к формату электронной торговли позволяет покупателю совершать выгодные покупки при незамедлительной их оплате и быстрой доставке курьером. Перемещение транзакций в формат электронной торговли, в тандеме с оплатой через мобильные приложения в смартфонах, существенно упростило процедуру доступа потребителя к пользованию различными видами услуг. Сегодня стало возможным сделать индивидуальный заказ с учетом запросов потребителя, в любом конце света в режиме онлайн произвести бронирование ряда услуг, например, авиабилетов, отелей, туристических поездок, билетов в музеи, театры, на концерты или выставки [23].

Ввиду наличия специфических свойств нематериального функционирования «цифровая экономика» дает возможность преодолеть ограничения, которые характерны для классической экономики. Появление и внедрение новых технологий (производственных, финансовых, управленческих, социальных и любых других) может приводить к значительному количеству позитивных эффектов и последствий для экономики. Среди основных преимуществ функционирования цифровой экономики необходимо и целесообразно выделить следующие:

– увеличение производительности труда и эффективности экономических процессов;

– формирование новых рынков;

– повышение конкурентоспособности отраслей экономики;

– улучшение качества жизни;

– изменение структуры занятости – рост числа рабочих мест в смежных отраслях в 3 – 5 раз [24];

– цифровая продукция может быть скопирована и распространена среди неограниченного круга лиц;

– цифровые продукты не теряют своих первоначальных свойств, и, более того, данные свойства могут быть усовершенствованы в процессе коллективной эксплуатации или обмена [25];

– развитие цифровых платежных систем и электронных денежных средств.

Определенные преимущества возникают на стороне производителя благодаря распространению цифровой экономики. Повсеместный доступ к Интернету, активизация применения сотовой связи, широкое распространение информационных технологий – все это в совокупности способствовало значительному снижению барьеров выхода на рынок для бизнеса, а также позволило существенно упростить процедуру взаимодействия между производителем и потребителем. Цифровая экономика способствовала появлению слоя предпринимателей, изначально использующих в своей деятельности бизнес-подходы, родившиеся на стыке хайтека и бизнеса – интернет-формат. Благодаря воздействию цифровой экономики произошло снижение величины транзакционных издержек – затрат по взаимодействию между различными группами контрагентов, что привело к сокращению расходов, связанных с формированием дистрибьюторской сети и отвлекающих солидные суммы из производства, финансирование которых традиционно относили к обязательным составляющим успешной работы классической фирмы.

Заключение

В век цифровых технологий появилась возможность выстраивания бесконечного количества горизонтальных связей между производителем и потребителем через фирменные сайты компаний и социальные сети, вне зависимости от размера бизнеса. Если обязательным условием снижения реализационных рисков фирмы, работающей в индустриальной экономике, было финансирование производителем дорогостоящих маркетинговых исследований, нацеленных на выявление вкусов и предпочтений потребительской аудитории, то цифровая экономика во многом упростила и значительно удешевила данный процесс. Использование ИТ позволяет не только определять пожелания покупателей относительно производимых благ, но и непосредственно привлекать потребителей к процессу создания новой стоимости. Цифровой экономикой обозначен новый этап в развитии взаимоотношений между производителем и потребителем, связанный с производством индивидуального (высококастомизированного) товара.

Основное преимущество цифровой экономики заключается в глобальной автоматизации и стандартизации всех хозяйственных процессов: производственных, образовательных, медицинских, социальных и т.д.

Важным преимуществом цифровой экономики является снижение таких экономических пороков, как бюрократия и идущая с ней всегда за руку коррупция. Все транзакции становятся автоматизированными и исключают закрытость системы. Значительно вырастает «прозрачность» обще-

ственно-экономической жизни государства и соответственно затрудняются мошеннические и жульнические схемы. Фирмы однодневки, подложные лица – остаются в прошлом. Более того, упрощается сама политическая жизнь. Политики, партии, выборы, парламенты перестают быть атрибутами «демократии» [26]. Большинство транзакций и их оплата в цифровой экономике происходят онлайн. Кассовые операции становятся редкостью. Это помогает уменьшить коррупцию на рынке и сделать экономику более прозрачной.

Предприятия, которые в последнее десятилетие адаптировали и приняли Интернет и начали заниматься онлайн-бизнесом, процветали. Цифровая экономика подтолкнула сектор электронной коммерции к перегрузке. Не только прямые продажи, но и покупка, распространение, маркетинг, создание, продажа стали проще благодаря цифровой экономике.

Прошли те времена, когда за товаром нужно обязательно идти в магазин. Теперь товары доступны для приобретения в цифровом виде. Также это относится к следующим услугам: банковское дело, страхование и ряду других – можно совершать каждую транзакцию онлайн. Из вышесказанного следует, что некоторые товары и услуги были полностью оцифрованы.

Упрощаются процессы финансовых транзакций, появляется экономия времени, уменьшаются издержки производств, происходит разгрузка рынка и освобождение рабочих мест.

Таким образом, неустойчивая экономика, растущая глобализация и требовательные потребители означают, что взаимодействие с клиентами является более важным, чем когда-либо. Это требует участия и напряженной работы всей организации, и эта работа не имеет конца. Но, вместе с тем, компания получает неизмеримую выгоду – постоянного клиента. За последнее десятилетие произошли значительные изменения в том, как взаимодействуют потребители с компаниями. Появились новые формы этого взаимодействия – сайты, где клиенты могут задать производителю вопрос напрямую, мобильные приложения и многое другое. Результатом является растущая мировая торговля, которая, по оценкам, достигнет 65 триллионов долларов к 2020 году [27]. Таким образом, цифровизация предполагает формирование значительных объективных конкурентных преимуществ для предприятий в будущем.

Список литературы

1. Харченко, А. А. Цифровая экономика как экономика будущего / А. А. Харченко, В. Ю. Конохов // Молодежный вестник ИРГТУ. – 2017. – № 3 (27). – 3 с.
2. Tapscott, D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence / D. Tapscott. – NY. : McGraw-Hill Publishing, 1999. – 420 p.
3. Lane, N. Advancing the Digital Economy into the 21st Century / N. Lane // Information Systems Frontiers. – 1999. – Vol. 1, Issue 3. – P. 317 – 320.
4. Kling, R. IT and Organizational Change in Digital Economies: a Socio-Technical Approach / R. Kling, R. Lamb // ACM SIGCAS Computers and Society. – 1999. – Vol. 29, No. 3. – P. 17 – 25.
5. The Digital Economy. – Текст : электронный // OECD. – URL : <http://www.oecd.org/daf/competition/The-Digital-Economy-2012.pdf> (дата обращения: 21. 12.2019).

6. Advancing Australia as a Digital Economy: An Update to the National Digital Economy Strategy, Department of Broadband, Communications and the Digital Economy. – Текст : электронный // DBCDE. – URL : <http://apo.org.au/node/34523> (дата обращения: 22. 12.2019).
7. Digital Middle East: Transforming the Region into a Leading Digital Economy. – Текст : электронный / Т. Elmasry, E. Benni, J. Patel, J. Peter aus dem Moore. – URL : <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/middle%20east%20and%20africa/digital%20middle%20east%20transforming%20the%20region%20into%20a%20leading%20digital%20economy/digital-middle-east-final-updated.ashx> (дата обращения: 11.01.2020).
8. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) / А. П. Добрынин, К. Ю. Черных, В. П. Куприяновский [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 4 – 11.
9. Rouse, M. Digital Economy. – Текст : электронный // Tech Target. – URL : <https://searchcio.techtarget.com/definition/digital-economy> (дата обращения: 21.12.2019).
10. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы : Указ Президента РФ от 09 мая 2017 г. № 203. – Текст : электронный // Государственная система правовой информации : офиц. интернет-портал правовой информации . – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 15.01.2020).
11. What is digital economy? Unicorns, transformation and the internet of things. – Текст : электронный // Deloitte. – URL : <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (дата обращения: 11.01.2020).
12. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Д. Г. Костень, Ю. Н. Воробьев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского гос. политехн. ун-та. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 9 – 25. doi: 10.18721/JE.10301
13. Семячков, К. А. Цифровая экономика и ее роль в управлении современными социально-экономическими отношениями. – Текст : электронный / К. А. Семячков // Современные технологии управления. – 2017. – № 8 (80). – URL : <http://sovman.ru/article/8001/> (дата обращения: 31.01.2020).
14. Мохначев, С. А. Развитие цифровой экономики и образование / С. А. Мохначев // Фотинские чтения. – 2017. – № 2 (8). – С. 7 – 10.
15. Кузьмина, Д. А. Переход к цифровой экономике: актуальность и подходы / Д. А. Кузьмина // World Science: Problems and Innovations : сб. ст. XIX Междунар. науч.-практ. конф., 30 марта 2018 г., Пенза. – Пенза, 2018. – Ч. 2. – С. 42 – 44.
16. Майер-Шенбергер, В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / В. Майер-Шенбергер, К. Кеннет ; пер. с англ. И. Гайдюк. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.
17. Annual Meeting of the Global Future Councils. – Текст : электронный // World Economic Forum. – URL : <https://www.weforum.org/events/annual-meeting-of-the-global-future-councils-2018> (дата обращения: 25. 01.2020).
18. Иващенко, Н. Н. Трансформация управленческого образования в условиях цифровой экономики / Н. Н. Иващенко // Трансформация бизнес-моделей в условиях цифровой экономики : сб. материалов Науч.-практ. конф. «Неделя инноваций», 12 – 18 декабря 2017 г., Москва. – М., 2018. – С. 4 – 12.
19. Брынцев, А. Н. Минимизация рисков в условиях цифровой экономики / А. Н. Брынцев, М. В. Перекрестов // Российский экон. интернет-журн. – 2017. –

№ 1. – 8 с. – URL : <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/c9c/c9c2162477e4c4941943e4164ebef1.pdf> (дата обращения: 25. 01.2020).

20. French, M. What is the Digital Economy? – Текст : электронный / М. French // Survey Gizmo. – URL : <https://www.surveygizmo.com/resources/blog/the-digital-economy> (дата обращения: 25. 01.2020).

21. Digitally Mature Firms are 26 % More Profitable Than Their Peers. – Текст : электронный // MIT Sloan MANAGEMENT. – URL : <http://ide.mit.edu/news-blog/blog/digitally-mature-firms-are-26-more-profitable-their-peers> (дата обращения: 25.01.2020).

22. Кистенева, Н. С. Цифровой бизнес как новая стратегия конкуренции / Н. С. Кистенева, В. Д. Платошина // Лучшая студенческая статья 2018: сб. ст. XIV Междунар. науч.-исслед. конкурса, 25 апреля 2018 г., Пенза. – Пенза, 2018. – С. 123 – 125.

23. Колодняя, Г. Цифровая экономика: особенности развития в России / Г. Колодняя // Экономист. – 2018. – № 4. – С. 63 – 69.

24. Заварзина, А. А. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / А. А. Заварзина // Научные исследования и разработки студентов : сб. материалов VII Междунар. студенческой науч.-практ. конф., 18 мая 2018 г., Чебоксары. – Чебоксары, 2018. – С. 253 – 256.

25. Введение в «Цифровую» экономику / А. В. Кешелава, В. Г. Буданов, И. Д. Дмитров [и др.]. – М. : ВНИИГеосистем, 2017. – 28 с. (На пороге «цифрового будущего». Книга первая).

26. Цифровая экономика: преимущества и риски в системном подходе. – Текст : электронный // Око планеты. – URL : <https://oko-planet.ru/finances/financescrisis/396235-cifrovaya-ekonomika-preimuschestva-i-riski-v-sistemnom-podhode-mnenie.html> (дата обращения: 26. 01.2020).

27. What is Digital Transformation? – Текст : электронный // SAP. – URL : <https://www.sap.com/sea/trends/digital-transformation.html> (дата обращения: 25.12.2019).

References

1. Kharchenko A.A., Konyukhov V.Yu. [Digital economy as an economy of the future], *Molodezhnyy vestnik IRGTU* [Youth Herald of the ISTU], 2017, no. 3 (27), 3 p. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Tapscott D. *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, NY.: McGraw-Hill Publishing, 1999, 420 p.

3. Lane N. Advancing the Digital Economy into the 21st Century, *Information Systems Frontiers*, 1999, vol. 1, issue 3, pp. 317-320.

4. Kling R., Lamb R. IT and Organizational Change in Digital Economies: a Socio-Technical Approach, *ACM SIGCAS Computers and Society*, 1999, vol. 29, no. 3, pp. 17-25.

5. <http://www.oecd.org/daf/competition/The-Digital-Economy-2012.pdf> (accessed 21 December 2019).

6. <http://apo.org.au/node/34523> (accessed 22 December 2019).

7. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/middle%20east%20and%20africa/digital%20middle%20east%20transforming%20the%20region%20into%20a%20leading%20digital%20economy/digital-middle-east-final-updated.ashx> (accessed 11 January 2020).

8. Dobrynin A.P., Chernykh K.Yu., Kupriyanovskiy V.P., Kupriyanovskiy P.V., Sinyagov S.A. [Digital economy - various ways to the effective use of technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA and others)], *International Journal of Open Information Technologies* [International Journal of Open Information Technologies], 2016, vol. 4, no. 1, pp. 4-11. (In Russ., abstract in Eng.)

9. <https://searchcio.techtarget.com/definition/digital-economy> (accessed 21 December 2019).
11. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (accessed 15 January 2020).
11. <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (accessed 11 January 2020).
12. Babkin A.V., Burkal'tseva D.D., Kosten' D.G., Vorob'yev Yu.N. [Formation of the digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems], *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki* [Scientific and Technical Journal of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences], 2017, vol. 10, no. 3, pp. 9-25, doi: 10.18721/JE.10301 (In Russ., abstract in Eng.)
13. <http://sovman.ru/article/8001/> (accessed 31 January 2020).
14. Mokhnachev S.A. [Development of the digital economy and education], *Fotinskiye chteniya* [Fotinsky readings], 2017, no. 2 (8), pp. 7-10. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Kuz'mina D.A. *World Science: Problems and Innovations : sbornik statey XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [World Science: Problems and Innovations], Collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Conference, 30 March, 2018, Penza, 2018, Part 2, pp. 42-44. (In Russ., abstract in Eng.)
16. Mayyer-Shenberger V., Kennet K. *Bol'shiye dannyye. Revolyutsiya, kotoraya izmenit to, kak my zhivem, rabotayem i myslim* [Big Data. A revolution that will change the way we live, work and think], Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2014, 240 p. (In Russ.)
17. <https://www.weforum.org/events/annual-meeting-of-the-global-future-councils-2018> (accessed 25 January 2020).
18. Ivashchenko N.N. *Transformatsiya biznes-modeley v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki: sbornik materialov Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nedelya innovatsiy»* [Transformation of business models in the digital economy, a Collection of materials of the Scientific and Practical Conference "Week of Innovation"], 12 - 18 December, 2017, Moscow, 2018, pp. 4-12. (In Russ.)
19. <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/c9c/c9c2162477e4c4941943e4164ebeeef1.pdf> (accessed 25 January 2020).
20. <https://www.surveygizmo.com/resources/blog/the-digital-economy> (accessed 25 January 2020).
21. <http://ide.mit.edu/news-blog/blog/digitally-mature-firms-are-26-more-profitable-their-peers> (accessed 25 January 2020).
22. Kisteneva N.S., Platoshina V.D. *Luchshaya studencheskaya stat'ya 2018: sbornik statey XIV Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa* [Best student article 2018], Collection of articles of the XIV International Research Competition, 25 April, 2018, Penza, 2018, pp. 123-125. (In Russ.)
23. Kolodnyaya G. [Digital economy: features of development in Russia], *Ekonomist* [Economist], 2018, no. 4, pp. 63-69. (In Russ.)
24. Zavarzina A.A. *Nauchnyye issledovaniya i razrabotki studentov: sbornik materialov VII Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Research and development of students], Collection of materials of the VII International Student Scientific and Practical Conference, 18 May, 2018, Cheboksary, 2018, pp. 253-256. (In Russ.)
25. Keshelava A.V., Budanov V.G., Dmitrov I.D., Keshelava V.B., Rumyantsev V.Yu., Sorokin K.S., Khayet I.L., Shcherbakov A.V. *Vvedeniye v «Tsifrovuyu» ekonomiku* [Introduction to the "Digital" economy], Moscow: VNIIGeosistem, 2017, 28 p. (In Russ.)

26. <https://oko-planet.su/finances/financescrisis/396235-cifrovaya-ekonomika-preimuschestva-i-riski-v-sistemnom-podhode-mnenie.html> (accessed 26 January 2020).

27. <https://www.sap.com/sea/trends/digital-transformation.html> (accessed 25 December 2019).

Digital Economy as a Foundation of New Economic Activities

T. Yu. Ivanova, Ya. A. Kochkova

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Keywords: competition; digital transformation; digital economy; digitalization.

Abstract: The concept of “digital economy” is analyzed and periods of its development are highlighted. The main changes dictated by the digital economy for business are reflected. Modern companies must prepare for these changes in order to avoid any detrimental consequences, such as the loss of qualified employees and regular customers, market relevance and competitive advantage. The advantages of the digital economy are considered.

© Т. Ю. Иванова, Я. А. Кочкова, 2020

РОБОТИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: АКТУАЛЬНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

А. С. Коновалов, И. М. Кублин

*ФГБОУ ВО «Саратовский социально-экономический институт
(филиал) РЭУ им Г. В. Плеханова», г. Саратов, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Р. Р. Толстяков

Ключевые слова: агропромышленный комплекс; робототехника; сельскохозяйственное производство; цифровизация.

Аннотация: Приведены теоретическое обоснование и значимость роботизации, как фактора, влияющего на развитие отечественного агропромышленного комплекса (АПК). Субъектом исследования в межотраслевых отношениях стала экономическая взаимосвязь отрасли сельского хозяйства и других сфер отечественной экономики в процессе технической модернизации. Проанализированы опыт зарубежных стран по использованию роботов в точном земледелии, результаты государственных мер, направленных на техническую модернизацию сельского хозяйства. Выявлена экономическая выгода от использования роботов в АПК.

По прогнозу Организации Объединенных Наций, к 2050 году население земли может достигнуть приблизительно 10 миллиардов человек. При этом производство продуктов питания должно увеличиться практически в два раза, чтобы прокормить население земли. В свете решения перечисленных проблем многие ведущие компании и национальные правительственные структуры должны разработать новые подходы к ведению бизнеса.

Одним из конструктивных решений в агропромышленном комплексе (АПК) должно быть внедрение в сельскохозяйственное производство интеллектуальных решений, основанных на автоматизации производственных процессов и технологии роботизации.

Вместе с тем сельскохозяйственные интеллектуальные системы должны использовать как можно меньше внешних ресурсов (топлива, химикатов), чтобы снизить нагрузку на окружающую среду. Экологические технологии, такие как возобновляемые источники энергии, биотопливо, органические удобрения и т.д., будут использоваться постоянно [2].

Коновалов Артем Сергеевич – аспирант кафедры маркетинга, экономики предприятий и организаций; Кублин Игорь Михайлович – доктор экономических наук, профессор кафедры маркетинга, экономики предприятий и организаций, e-mail: ikublin@mail.ru, ФГБОУ ВО «Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им Г. В. Плеханова», г. Саратов, Россия.

Например, из данных отчета «Мониторинг и прогнозирование в цифровом сельском хозяйстве», подготовленного Кубанским государственным аграрным университетом, следует, что приблизительно 80 % производителей продуктов питания в ЕС внедрили элементы IoT (*англ.* Internet of Things, Интернет вещей) по состоянию на 2018 год, а в США их число составляет около 60 %.

Проведенные исследования показали, что инновационные товары в общем объеме отгруженных товаров и оказанных услуг в АПК Испании (АИС) составляют 12,7 %; доля инновационных продуктов в Германии и Нидерландах – 11,6 и 9,2 % соответственно.

Согласно опросу, проведенному журналом «Агроинвестор», среди 200 участников рынка в России, сознательно или нет, примерно в каждой десятой ферме или крупном хозяйстве внедряются технологии точного земледелия.

Эксперты определяют точное земледелие как интегрированную систему сельскохозяйственного производства, которая включает в себя информационные технологии (ИТ-технологии), автоматизированные инструменты управления, использование специальных информационных датчиков и т.п. [3].

Отметим, что до сих пор инновационные продукты в российской системе АПК составляли 1,4 % в общем объеме отраслевых товаров и услуг, и только 0,05 – 5 % российских производителей используют возможности, предоставляемые технологиями IoT.

В этой связи АПК России действительно нужно наверстать упущенные возможности, потому что с большим запозданием в стране начали внедрять информационные и цифровые технологии, в то время как другие страны уже используют данные технологии или внедряют их быстрыми темпами в свой производственный процесс [4]. Следует отметить, что сельскохозяйственный потенциал России действительно высок, поэтому цифровые технологии, безусловно, имеют будущее в АПК [5].

Известно, что промышленность имеет большой потенциал для снижения затрат. Например, внедрение инструментов цифровой экономики дает возможность снизить стоимость выращивания зерна на 30 %. В настоящее время стоимость 1 т зерна составляет 6 580 р., и ее можно снизить до 5 070 р.

Однако российский сельскохозяйственный сегмент испытывает дефицит ИТ-специалистов. Сегодня в нем занято более 100 000 сотрудников, отвечающих за информационные технологии [6]. Чтобы обеспечить качественный прорыв, продовольственные компании должны нанять еще 90 000 ИТ-специалистов.

По результатам 2018 года точное земледелие активно внедрялось в Краснодарском крае (189 хозяйств), Воронежской (182) и Нижегородской (144) областях, что составляет всего 3 % агрохозяйств России, тогда как в США данная цифра достигает 60 %, а в странах Евросоюза – 80 %.

Агробизнес демонстрирует наибольший спрос на системы параллельного наведения GPS, которые используют спутниковую навигацию, чтобы обеспечить дистанционное управление прямолинейным и криволинейным движением техники (роботов) и минимизировать перекрытия и недолеты транспортного средства между пробегами. Рынок сельскохозяйственных роботов по видам работ представлен на рис. 1.

Необходимо отметить, что еще одно ИТ-решение, привлекающее внимание участников рынка, – картирование доходности. Специальные датчики, бортовые компьютеры и GPS-приемники помогают составлять карты сбора урожая и влажности зерна. Таким образом, компании получают точные прогнозы по результатам уборки урожая, прогнозируемые на конец сезона [7].

Более того, в России в настоящее время набирает обороты дифференцированное внесение удобрений в почву, позволяющее наиболее эффективно его распределять по площади посева, что дает возможность достичь максимального эффекта от посевной кампании [8, 9].

Однако процесс оцифровки сельского хозяйства включает в себя решение нескольких проблем. Вопросы оцифровки касаются нормативно-правового обеспечения, осуществления информационно-технологического сопровождения, внедрения инновационных решений в технологии производства сельскохозяйственной продукции, создания системы финансирования с участием государства и частного капитала, внедрения электронных автоматизированных систем и каналов связи, устранения проблем, связанных с охраной окружающей среды, введение специальной подготовки в области экономики, ИТ-технологий, экологии и цифровизации [10].

При решении перечисленных проблем устраняются препятствия, которые оказывают влияние на качество и время оцифровки производственных процессов в АПК. Сегодня к препятствиям в развитии полноценного сельскохозяйственного производства относятся: некоторое отставание России от развитых стран по внедрению информационно-коммуникационных технологий в аграрном секторе экономики, недостаточная роботизация, несколько запоздалое создание целевой национальной программы «Цифровое сельское хозяйство» и т.д. [11]. В то же время данные препятствия могут быть устранены в случае реализации системного подхода к решению ранее перечисленных задач. Потенциал цифровой экономики в АПК России представлен на рис. 2. Это подтверждается тем, что уже сделано в стране для оцифровки сельскохозяйственного производства. В частности, создана необходимая нормативная база. В то же время на основе единой информационной платформы в регионах стали формироваться типовые проекты модернизации сельского хозяйства.

Началось внедрение сквозной цифровизации, разрабатываются услуги и формы предоставления инновационных услуг производителям [12]. В некоторых субъектах Российской Федерации созданы бизнес-модели для аренды механизированной техники (Uber сельскохозяйственной техники). Сельскохозяйственные вузы приступили к открытию новых специальностей, в которых маркетинг, цифровизация АПК и цифровая экономика рассматриваются как взаимосвязанные явления [13].

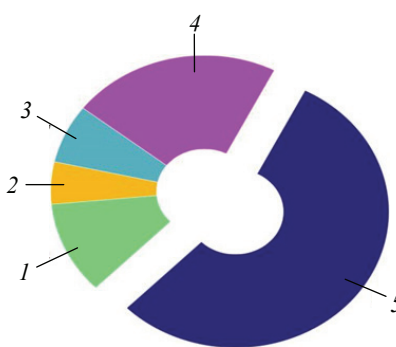


Рис. 1. Рынок сельскохозяйственных роботов, % (составлено авторами):

1 – уход за посевами (11); 2 – уборка урожая (5); 3 – обработка почвы (7); 4 – другие животноводческие фермы (22); 5 – молочные фермы (55)

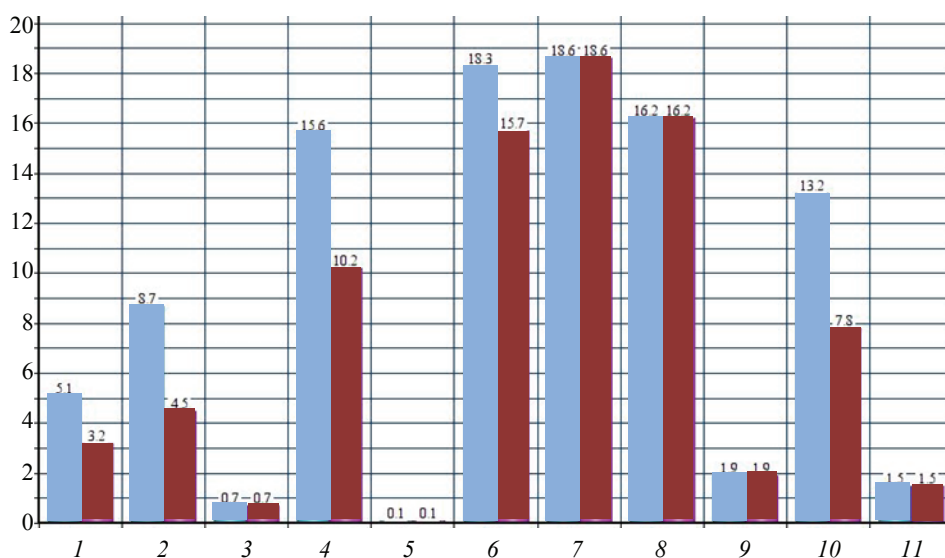


Рис. 2. Потенциал цифровой экономики АПК России (составлено авторами):

1 – химические средства; 2, 3 – удобрения минеральные и органические соответственно; 4 – нефтепродукты; 5 – страхование; 6 – содержание основных средств; 7 – прочие расходы; 8 – посадочный материал; 9 – элитные семена; 10 – оплата труда; 11 – электроэнергия

■ ; ■ – до и после внедрения цифровой экономики соответственно

Еще в 2017 году бизнес, колледжи и высшие учебные заведения отреагировали на дефицит ИТ-специалистов в сельскохозяйственном сегменте рынка, согласившись работать вместе над проблемой внедрения цифры в технологические и производственные процессы, чтобы исправить ситуацию с кадровым дефицитом. Например, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» и компания Cognitive Technologies, которая разрабатывает системы искусственного интеллекта для беспилотных транспортных средств, разработали совместный проект, ориентированный на сельскохозяйственное машиностроение.

Университет запустил партнерскую программу «Урал Когнитив Агро» и объявили об этом на ИННОПРОМ-2017. Проект предусматривает подготовку ИТ-специалистов для агробизнеса и создание новых технических решений для сельскохозяйственной техники. Университет также готов обучать других специалистов, которые смогут разрабатывать и эксплуатировать беспилотные технологии.

К тому же на выставке ИННОПРОМ-2018 анонсированы инновационные проекты. Так, подрядчик АО «Научно-производственное объединение автоматика» и ООО «Спа-Автоматика», а также производитель сельскохозяйственной техники ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» договорились о создании беспилотного комбайна российского производства. Модель впервые испытана в Ростовской области осенью 2018 года. Опытные испытания проводились в Краснодарском крае в реальных условиях эксплуатации в 2019 году.

К тому же беспилотный комбайн использовал технологии искусственного интеллекта и компьютерного обучения, интеллектуальный анализ видеоконтента, спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС, GPS и данные дистанционного зондирования земли.

В настоящее время отечественная сельскохозяйственная отрасль переживает период стремительного роста. Продовольственное эмбарго, девальвация рубля и сильная государственная поддержка стимулировали развитие бизнеса в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Так, 10 июля 2019 г. в рамках деловой программы GMIS-2019 состоялась дискуссия об использовании инновационных технологий в сельскохозяйственном секторе экономики, включая робототехнику и искусственный интеллект.

Можно констатировать, что сегодня традиционные методы ведения крупного сельскохозяйственного производства не востребованы. Изменения в АПК привели к тому, что сельскохозяйственное производство стремительно становится высокотехнологичной отраслью, которая привлекает новых инвесторов на отечественный рынок. К тому же цифровые технологии трансформируют бизнес-среду с учетом достижений в области синтеза искусственного интеллекта и роботизированных систем [14]. Автоматизация и робототехника изменяют программно-аппаратные платформы в аграрном секторе, что способствует снижению потерь на стадии посевной кампании и увеличению урожайности при уборке. Среди приоритетов разработка инструментов, которые позволят оптимизировать бизнес-процессы для получения максимального эффекта от хозяйственной деятельности. Следует также обратить внимание на объемы производства продуктов питания, которые могут быть увеличены за счет внедрения инновационных технологий, основанных на новых физических принципах.

В процессе дискуссий на GMIS 2019 управляющий директор Agritecture (США) Генри Гордон-Смит высказал мнение, что сельское хозяйство должно стать модным, но это требует изменения менталитета молодых людей, улучшения системы образования и внедрения таких технологий, как робототехника и искусственный интеллект в агробизнес. Управляющий директор AeroFarms Сэм Шатц отметил, что для увеличения объемов производства на небольших земельных участках можно использовать технологию Vertical Farms для выращивания продуктов питания, одновременно повышая производительность труда в несколько раз. Участники дискуссии также отметили, что в последние годы в РФ государственная поддержка усилилась, и также стали понятными проблемы, с которыми сталкиваются мелкие фермеры и крупные сельскохозяйственные производители. Решение данных проблем создает дополнительные стимулы для ускоренного роста АПК [15]. В частности, поставлена цель увеличить объем экспорта сельскохозяйственной продукции до 45 млрд долл. в год (в стоимостном выражении) к 2024 году и, как следствие, должна повыситься безопасность пищевых продуктов, качество используемой воды и семенного материала. Сегодня невозможно представить решение данных проблем без использования цифровых технологий, автоматизации и роботизации техники [16].

Проведенные исследования показали, что элементы автоматизации уже присутствуют во многих областях сельского хозяйства. Например, возделывание земли, автоуправление и управляемое движение транспортными средствами – это те технологии, которые поддерживаются глобальными системами позиционирования GPS.

Цифровые технологии, применяемые к традиционному сельскохозяйственному оборудованию, такому как тракторы, комбайны, плуги и опрыскиватели, позволили повысить производительность труда, что дало возможность снизить потери и сократить дорогостоящие отходы в период выращивания сельскохозяйственных культур, разрешив крупным производителям опрыскивать поля пестицидами и гербицидами с сантиметровой точностью.

Применение робототехники – следующий шаг в развитии технологии сельхозпроизводства. Например, роботизированные системы могут сажать, удобрять, опрыскивать, пропалывать, контролировать выращивание сельхозпродукции, и, в конечном итоге – собирать урожай, упаковывать и перевозить сельскохозяйственные культуры. К тому же беспилотники на другой информационной платформе дистанционно могут управлять выпасом животных.

В 2019 году на коммерческой овощной ферме в Коуре АСFR (Австралийский центр полевой робототехники) были использованы агботы – сложные автономные роботы, работающие на солнечной энергии, способные осуществлять различные виды мониторинга и оценки посевов. Используемые технологии позволяют агботам медленно двигаться на поле и вокруг поля, находить и уничтожать сорняки с помощью целевого опрыскивателя. Машина оснащена датчиками для измерения роста овощей, а также для обнаружения животных и вредителей растений.

К тому же данные роботизированные машины превосходны, особенно для обслуживания плодовых деревьев. Роботы серии «Агбот» оснащены множеством различных датчиков, которые помогают им передвигаться, используя лазеры для построения трехмерных изображений окружающего мира. Австралийский центр полевой робототехники также использует их для выращивания деревьев, где роботы могут контролировать ряды саженцев, и, используя все эти датчики, составить действительно полную картину состояния деревьев и того, как они растут; автоматически обнаруживать и подсчитывать количество фруктов на деревьях и передавать информацию производителям. Данная информация оказывается действительно полезной для поддержки принятия решений. Производители могут просматривать информацию о состоянии сада и определять проблемные места, оперативно принимать решения, как исправить возникшие проблемы, чтобы получить максимальный урожай. Есть также большие экологические выгоды, которые можно получить от использования агботов за счет сокращения объемов использования гербицидов.

Поскольку агботы, такие как Mantis, Shrimp и Ladybird, применяют целенаправленный подход к уничтожению сорняков, общее использование сельскохозяйственных ядов может быть снижено на 15 %. Известно, что сорняки развивают химическую стойкость к гербицидам, а новый акцент на использование микроволновой технологии для борьбы с сорняками по-

тенциально может их полностью заменить. В перспективе использование данных технологий позволит выращивать экологически чистые органические продукты в больших объемах.

Использование малой робототехники также открывает возможность увеличения общего количества продуктивной земли. Например, Swarm Farm занимается разработкой небольшого робота-убийцы сорняков под названием Swarmbot. Это довольно простая металлическая платформа на колесах. Но, как и в случае с божьей коровкой, креветками и богомолем, его простота противоречит его изощренности. Речь идет о легких машинах, которые могут очень медленно двигаться по земле со скоростью ползания жука, даже останавливаться на отдельных растениях, а также вмешиваться в процесс растениеводства и уничтожать сорняки.

Другой подход к роботизации АПК заключается в использовании небольших воздушных роботов, оснащенных информационными датчиками. Большие пилотируемые самолеты непозволительны для обычного сбора информации, а малые автономные платформы имеют большой потенциал. Австралийский центр полевой робототехники завершил несколько проектов, в которых разработаны воздушные роботизированные системы для борьбы с деревьями-сорняками, в том числе и с колючей акацией. В данных проектах основная идея заключается в том, чтобы найти скопления деревьев-сорняков, которые существуют на небольших территориях, а затем распылить гербицид локально и целенаправленно. Сорняки автоматически идентифицируются с использованием алгоритмов классификации, которые оперируют визуальными изображениями, собранными воздушными роботами. Гербицид может быть доставлен как вручную, так и через специально оборудованного робота. В широком контексте данный тип подхода может дополнять системы наземных роботов, быстро находя концентрации проблемных сорняков, которые затем могут быть эффективно уничтожены наземными роботами по мере необходимости.

Еще одно применение автоматизированных или роботизированных систем – доильные цифровые аппараты, решающие двойные задачи, с которыми сталкиваются фермеры в молочном производстве, связанные с трудоемкостью и нехваткой рабочей силы.

Приведем еще один пример. Квинслендский технологический университет (QUT) разработал и построил робот AgBot II, который может сэкономить сельскохозяйственному сектору 1,3 млрд долл. в год, сократив расходы на прополку зерновых культур на 90 %. Это полностью автономный сельскохозяйственный аппарат-робот, разработанный при поддержке правительства Австралии.

Робот AgBot II оснащен датчиками, программным обеспечением и другой электронной начинкой, которая позволяет обнаруживать и классифицировать сорняки, а затем формировать программу по уничтожению их механическими или химическими средствами. В будущих версиях роботизированная система будет передавать данные о состоянии почвы и сельскохозяйственных культур, а также о заболеваниях у растений, что позволит специалистам принимать управленческие решения, основанные на информации в реальном времени. На сегодняшний день AgBot II скон-

центрирован на выявлении трех сорняков, имеющих отношение к Квинсленду: хлопчатнику, чертополоху и дикому овсу, а зрительная система работает с точностью 99 % в классификации правильных видов на основе изображений, собранных камерой робота. Кроме того, благодаря небольшому весу, роботы могут быть оперативно развернуты на полях после дождя, чтобы сохранить жесткий контроль над сорняками.

Роботы AgBots также предназначены для работы в группах, что повышает надежность операций по прополке. Еще одной важной характеристикой AgBot II является то, что они работают на солнечной энергии и не обременяют бюджет предприятия сельхозпроизводителя.

Основной проблемой для широкого распространения роботов в сельском хозяйстве является тот факт, что технология недостаточно развита для их широкого применения. В 2018 году большинство сельскохозяйственных роботов для работы на отдельных фермах все еще находятся на стадии испытания или подтверждения концепции. На рисунке 3 представлено снижение затрат до и после внедрения элементов цифровой экономики в сельскохозяйственное производство.

В настоящее время большинство сельскохозяйственных роботов работают в опытных режимах, когда к ним есть постоянный доступ технических специалистов и инженерная поддержка. Задача состоит в том, чтобы создать робота для проведения коммерческих операций, который будет надежным и самостоятельным, достаточно простым в эксплуатации и недорогим. Отсутствие скоординированных данных и стандартов мешает их полноценному внедрению в крупных сельскохозяйственных комплексах, поэтому существует потребность в роботах, способных работать на нескольких аппаратных и программных платформах. Кроме того, необходима разработка протоколов для работы автономных роботов с учетом их безопасной работы.

Проведенный анализ показал, что по состоянию на 2019 год данных о коммерческой эффективности функционирования роботизированных систем недостаточно для определения ценности или ожидаемой отдачи от инвестиций в робототехнику для крупных фермерских хозяйств. Кроме

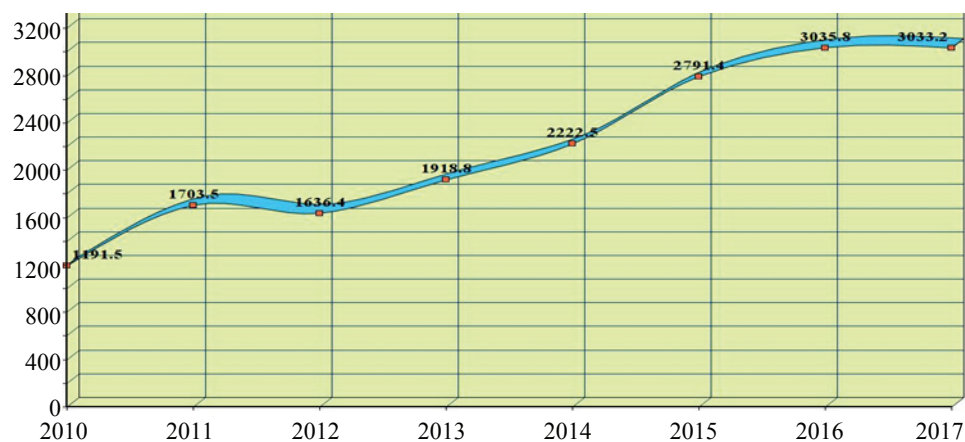


Рис. 3. Продукция сельского хозяйства, млрд р. (источник: Росстат РФ)

того, сельское хозяйство состоит из множества малых предприятий с ограниченным доступом к капиталу для развития бизнеса, что может задерживать внедрение робототехники в отрасли.

В настоящее время в сельском хозяйстве России начали использовать модели автономных систем зарубежного и отечественного производства – сельскохозяйственные машины с многофункциональными шасси, современные комбайны, беспилотные летательные аппараты, спецтехника. Поскольку технология спутниковой системы позиционирования имеет свои недостатки, такие как проблемы с качеством покрытия GPS, то в практике можно использовать дополнительные устройства для создания технологии интерактивной карты с использованием активных RFID-систем (*англ.* Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация) радиочастотных идентификаторов, инфракрасного и ультразвукового позиционирования. Отметим, что в настоящее время дистанционные или автономные средства управления роботизированной техникой используются в растениеводстве.

Примерами роботизированных устройств являются автономные системы (автономный трактор Kinze Manufacturing), многофункциональное шасси (Spirit, Cleorpath Robotics, Lynex, Hortibat), комбайны (Argobot, Energid, Romobility Yoto), беспилотные летательные аппараты (Agribatix, Sense Fly, Precision How), специализированные автомобили (VIM-ELEC2.0, Boni Rob, Horti Bot, Vibro Crop Robottii, Prospero, Spider Mini). Применение данных устройств накопило как положительный, так и отрицательный опыт. Сегодня перед человечеством существуют проблемы нехватки продовольствия. Поэтому важнейшие направления создания роботов для сельского хозяйства направлены на переход от технических операций к внедрению всего производственного процесса; минимизацию трудозатрат человека; сохранение здоровья человека; сокращение потребления природных ресурсов; снижение ущерба окружающей среде.

Помимо готовности сельскохозяйственной продукции, требуется техническое перевооружение сельскохозяйственного машиностроения. В России имеется разветвленная сеть таких заводов, но в начале 2000 годов страну покинуло большое количество высококвалифицированных научных и инженерных кадров, косвенные издержки производства увеличились, и теперь существует технологический разрыв между российскими и зарубежными производителями. В то же время на российском рынке действуют низкие ставки ввозной пошлины на иностранную сельскохозяйственную технику. По данным Всероссийского института механизации, тракторы 78 модификаций производства 13 иностранных компаний импортируются в европейскую часть России.

В связи с развитием российских информационно-коммуникационных технологий следует ожидать роста вычислительной мощности в краткосрочной перспективе, снижения стоимости компонентов, стандартизации платформенных технологий в робототехнике. Не представляется возможным создавать продвинутых роботов:

- без дальнейшего совершенствования мобильного интернета;
- развития искусственного интеллекта;
- вычислительной сети на основе Интернета вещей;

- формирования облачного хранилища данных;
- накопления и использования возобновляемых источников энергии.

Поэтому требуется государственная программа поддержки развития робототехнических систем и систем управления с использованием интернет-технологий 5G.

Усовершенствованные робототехнические системы должны минимизировать трудозатраты человека, способствовать реализации всего технологического процесса, снижать негативное воздействие на окружающую среду и расходование природных ресурсов. В будущем новые технологии позволят получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур при минимальных общих денежных затратах и балансе между сохранением человеческой деятельности и биосферой. Но для этого необходимо решить ряд серьезных проблем: обеспечить финансируемую научно-исследовательскую деятельность в области робототехники; создать нормативно-методическую базу для измерения, тестирования и мониторинга, оценки качества и безопасности робототехники; проводить технологическую модернизацию и переоснащение предприятий сельскохозяйственного машиностроения; повысить уровень грамотности персонала с точки зрения использования информационно-коммуникационных технологий и робототехники; удешевить модель (проектирование); создать современную информационно-коммуникационную структуру в сельской местности. Это также позволит создать систему прогрессивных технологий и машин на основе агроландшафтного зонирования и использования робототехники, что возможно только при поддержке государства и активной заинтересованности инвесторов.

Список литературы

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента РФ от 07 мая 2018 года № 204. – Текст : электронный // Гарант-Сервис : офиц. сайт. – URL : <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200> (дата обращения: 25.03.2020).
2. Кузнецова, Н. А. Ресурсосберегающие технологии и проблемы их внедрения в полеводстве / Н. А. Кузнецова, А. В. Ильина, Г. В. Пукач // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 3 (67). – С. 62 – 66.
3. Плеханов, С. В. Экономико-экологическая оценка орошаемого земледелия (на примере Саратовской области) : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Плеханов Сергей Викторович. – Саратов, 1999. – 207 с.
4. Мартынович, В. И. Агропромышленный комплекс в контексте стратегии развития Саратовской области до 2030 г. / В. И. Мартынович // Наука и общество. – 2017. – № 2 (28). – С. 25 – 29.
5. Галанина, Ю. А. Новые возможности для ведения бизнеса в условиях цифровой экономики / Ю. А. Галанина, В. И. Найденков // Наука и общество. – 2018. – № 2 (31). – С. 18 – 22.
6. Прущак, О. В. Управление риском как фактор устойчивого развития инновационных предприятий / О. В. Прущак // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 2 (51). – С. 77 – 81.
7. Гримашевич, О. Н. Параметры экономической устойчивости промышленных предприятий / О. Н. Гримашевич, С. А. Жданов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 3 (67). – С. 34 – 37.

8. Кублин, И. М. Практика моделирования товарно-ассортиментной политики на предприятии АПК / И. М. Кублин, И. К. Бурмистрова // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 3 (52). – С. 43 – 48.

9. Толстяков, Р. Р. Системный подход к результативности стратегического управления предприятием / Р. Р. Толстяков, Р. Г. Гучетль // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – Т. 9, № 5. – С. 68 – 75.

10. Лукин, А. С. Основные теоретические подходы к организации взаимодействия властных и предпринимательских структур / А. С. Лукин, И. М. Кублин // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 5 (54). – С. 18 – 23.

11. Жумабаева, Д. П. Современные проблемы конкурентоспособности предприятий / Д. П. Жумабаева, С. В. Плеханов // Социальные науки. – 2019. – № 1 (24). – С. 18 – 25.

12. Алтухов, А. И. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ / А. И. Алтухов, М. Н. Дудин, А. Н. Анищенко // Проблемы рыночной экономики. – 2019. – № 2. – С. 17 – 27.

13. Толстяков, Р. Р. Качество маркетинговой коммуникации в сети Интернет: региональный аспект / Р. Р. Толстяков // Перспективы науки. – 2012. – № 2 (29). – С. 129 – 131.

14. Гармонизация производственных и экономических отношений при импортозамещении в АПК / И. М. Кублин, С. В. Плеханов, С. А. Санинский, В. И. Тинякова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 4-2 (38). – С. 71 – 76.

15. Труфляк, Е. В. Точное земледелие: состояние и перспективы / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. С. Креймер. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 27 с.

16. Цифровизация в сельском хозяйстве: технологические и экономические барьеры в России. – Текст : электронный // СК ПРЕСС : офиц. сайт. – URL : <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=121765> (дата обращения: 23.03.2020).

References

1. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200> (accessed 25 March 2020).
2. Kuznetsova N.A., Il'ina A.V., Pukach G.V. [Resource-saving technologies and the problems of their implementation in field farming], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2017, no. 3 (67), pp. 62-66. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Plekhanov S.V. *PhD Dissertation (Economics)*, Saratov, 1999, 207 p. (In Russ.)
4. Martynovich V.I. [Agribusiness in the context of the development strategy of the Saratov region until 2030], *Nauka i obshchestvo* [Science and Society], 2017, no. 2 (28), pp. 25-29. (In Russ.)
5. Galanina Yu.A., Naydenkov V.I. [New opportunities for doing business in a digital economy], *Nauka i obshchestvo* [Science and Society], 2018, no. 2 (31), pp. 18-22. (In Russ.)
6. Prushchak O.V. [Risk management as a factor in the sustainable development of innovative enterprises], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2014, no. 2 (51), pp. 77-81. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Grimashevich O.N., Zhdanov S.A. [Parameters of economic sustainability of industrial enterprises], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2017, no. 3 (67), pp. 34-37. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Kublin I.M., Burmistrova I.K. [The practice of modeling product-assortment policies at agricultural enterprises], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-*

ekonomicheskogo universiteta [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2014, no. 3 (52), pp. 43-48. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Tolstyakov R.R., Guchetl' R.G. [A systematic approach to the effectiveness of strategic enterprise management], *Sotsial'no-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes], 2014, vol. 9, no. 5, pp. 68-75. (In Russ., abstract in Eng.)

10. Lukin A.S., Kublin I.M. [The main theoretical approaches to the organization of the interaction of power and business structures], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2014, no. 5 (54), pp. 18-23. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Zhumabayeva D.P., Plekhanov S.V. [Modern problems of competitiveness of enterprises], *Sotsial'nyye nauki* [Social Sciences], 2019, no. 1 (24), pp. 18-25. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Altukhov A.I., Dudin M.N., Anishchenko A.N. [Global digitalization as the organizational and economic basis for the innovative development of the agricultural sector of the Russian Federation], *Problemy rynochnoy ekonomiki* [Problems of a market economy], 2019, no. 2, pp. 17-27. (In Russ., abstract in Eng.)

13. Tolstyakov R.R. [The quality of marketing communication on the Internet: regional aspect], *Perspektivy nauki* [Prospects for science], 2012, no. 2 (29), pp. 129-131. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Kublin I.M., Plekhanov S.V., Saninskiy S.A., Tinyakova V.I. [Harmonization of industrial and economic relations in the process of import substitution in agribusiness], *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii* [Competitiveness in the global world: economics, science, technology of logic], 2017, no. 4-2 (38), pp. 71-76. (In Russ.)

15. Truflyak Ye.V., Kurchenko N.Yu., Kreymer A.S. *Tochnoye zemledeliye: sostoyaniye i perspektivy* [Precision farming: status and prospects], Krasnodar: KubGAU, 2018, 27 p. (In Russ.)

16. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=121765> (accessed 25 March 2020).

Agribusiness Robotization: Relevance, Development Prospects and Problems

A. S. Konovalov, I. M. Kublin

Saratov Socio-Economic Institute (Branch) G. V. Plekhanov Russian University of Economics, Saratov, Russia

Keywords: agro-industrial complex; robotics; agricultural production; digitalization.

Abstract: The theoretical justification and significance of robotization as a factor affecting the development of the domestic agricultural complex (AIC) are presented. The subject of research in inter-industry relations was the economic relationship of the agricultural sector and other areas of the domestic economy in the process of technical modernization. The experience of foreign countries on the use of robots in precision farming, the results of government measures aimed at the technical modernization of agriculture are analyzed. The economic benefits of using robots in the agricultural sector have been identified.

© А. С. Коновалов, И. М. Кублин, 2020

КИТАЙ КАК ОСНОВА МЕЖДУНАРОДНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ТРУДА В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОНИКИ ПРИ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Е. А. Мирошина, А. М. Краснянский, Г. В. Титяпов

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации», г. Москва, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор С. П. Спиридонов

Ключевые слова: глобализация; международное разделение труда; КНР; коронавирус; электроника.

Аннотация: Затронуты вопросы влияния системы международного разделения труда как основы доминирования Китая в процессах производства на рынках электронной продукции. Рассмотрены история возникновения понятия международное разделение труда, и его влияние в сфере электроники. Показаны причина привлекательности КНР для размещения на ее территории иностранных производств, а также последствия пандемии для вышеуказанной сферы производства.

Глобализация, как феномен интеграции национальных экономик в единую систему, привела ко множеству изменений в структуре мирового хозяйства, в частности в системе международного разделения труда (МРТ), которая легла в основу специализации, то есть производство определенных благ каждым из государств при меньшем или отсутствующем вложении ресурсов в производство иных товаров или услуг. Базовые положения данного феномена заложены в исследовании [1], где выделена теория абсолютных преимуществ, согласно которой возможности стран к производству различных благ отличаются, что обосновывает смысл производить исключительно те блага, издержки на которые будут ниже, чем в других странах и использовать их как средство торгового обмена на иные блага.

Однако затруднения возникают в том случае, если производственные возможности стран находятся на различных уровнях развития. В такой ситуации страна, обладающая более развитыми технологиями, не заинтересована в каком-либо торговом обмене, так как ее производственные возможности в абсолютном значении будут больше менее развитого госу-

Мирошина Елена Александровна – кандидат экономических наук, доцент финансово-экономического факультета; Краснянский Александр Михайлович – студент, e-mail: kras2001@gmail.com; Титяпов Георгий Викторович – студент, Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Россия.

дарства, в то время как последнее как раз будет заинтересованно в приобретении благ за границей, не имея при этом средств для их оплаты.

В статье [2] автор проанализировал работу английского экономиста Давида Рикардо «Начала политической экономии и налогового обложения», который вывел теорию сравнительных преимуществ, обуславливающую специализацию на основе отношений между благами, производимыми внутри государства. То есть при условии, что альтернативные издержки на производство некоего товара в стране А меньше, чем в стране Б, а в стране Б существует противоположная ситуация, то тогда на экспорт будет поставляться то благо, альтернативные издержки на которое меньше, а второе – будет импортироваться. Однако теория Рикардо имеет несколько недостатков:

- не учитываются транспортные затраты;
- неизменность производственной технологии;
- абсолютная свобода торговли обязательна;
- постоянство альтернативных издержек.

Несмотря на все допущения, именно теория сравнительных преимуществ лежит в основе современного разделения труда.

Одним из наиболее затронутых МРТ направлений стала электроника, так как большинство ее производителей представлены компаниями из США, Японии или Кореи, а производство в данных странах убыточно в силу высоких значений заработной платы и необходимости соблюдения огромного количества норм относительно экологического законодательства.

Именно данный факт привлек множество фирм переносить свои производства в страны Юго-Восточной Азии и Китай.

Ярчайшие примеры таких компаний – Microsoft и Sony – крупнейшие игроки консольного рынка на данный момент времени. Особенность производства консолей состоит в том, что окупить его возможно только за счет продаж игр и дополнительных аксессуаров, так как основной конкурент консольного рынка – рынок персональных компьютеров, однако консоли уступают им по характеристикам, что вынуждает производителей продавать их по цене, равной себестоимости консоли без учета расходов на транспортировку и рекламу.

Для минимизации этого убытка компании прибегают к системе международной специализации, перенося свое производство в Китай, который является местом дислокации множества других производителей электроники и имеет развитую для этого инфраструктуру, а также достаточно низкий минимальный уровень заработной платы, наибольшее значение которого – 369 долларов США, пенсионные отчисления, равные 3 %, и высокий уровень грамотности [3]. Главным же преимуществом КНР является стабильность роста его ВВП, который, по данным Deloitte, несмотря на снижение в течение последних четырех лет, не падал ниже уровня 6 % ежегодно [4].

Также обе компании прибегают к услугам сторонних производителей, наиболее известным из которых является Maintek, что показывает еще одну тенденцию современного рынка технологий и электроники, когда компания использует заводы сторонних производителей для экономии на издержках.

Но наиболее известный пример переноса производства в страны Азии – компания Qualcomm – крупнейший производитель чипов для средств беспроводной связи. Данная фирма представляет собой фактическую монополию рынка чипов и процессоров, так как они используются в большинстве современных моделей смартфонов. В 2019 году положение Qualcomm стало только лучше, так как был заключен новый контракт с корпорацией Apple, который прекратил судебные прения компаний, длившиеся два года. Компания располагается в Сан-Диего, штат Калифорния, но не имеет ни одного завода на территории какого-либо государства. Все ее производство основано на системе контрактов, заключающихся со сторонними производителями, на заводах которых происходит выпуск готовой продукции.

До недавнего времени контракт был заключен с корейским гигантом Samsung, однако, новое поколение процессоров Snapdragon Qualcomm 865 будет производиться на мощностях тайваньской компании TSMC, производство которой, как и у Samsung, расположено в нескольких странах, преимущественно азиатского региона, среди них и КНР.

Таким образом, Китай играет роль одного из крупнейших центров мировой промышленности в сфере электроники, что стало последствием процесса МРТ.

Китайская экономика привлекательна не только как крупный производитель, но и как потребитель. Объем его внутреннего рынка на апрель 2019 года оценивался в 9 630 триллионов долларов США, что делало его вторым по объемам потребительским рынком после американского [5].

Неожиданным препятствием для мира технологий стала пандемия коронавирусной инфекции, начавшаяся в КНР в декабре 2019 года. Вследствие данной ситуации были приостановлены многие производства на территории Китая, что также коснулось и рынка электронной продукции. В особенности тяжелая ситуация сложилась для компаний Apple и Samsung, основное производство которых сконцентрировано на территории КНР.

Важность китайского рынка для американского гиганта электроники Apple выражена выпуском специальной версии смартфонов. Данная версия отличается наличием лотов для двух сим-карт, что обусловлено популярностью использования сразу двух модулей электронной связи.

Приостановка производства грозит не только компаниям, но и конечным потребителям, так как ведет к появлению дефицита, а затем и росту цен. Mobile Research Group считает, что в России, в зависимости от категории товаров, цены могут расти от 1,5 до 3 % каждую неделю.

Таким образом, современный Китай смог максимально использовать систему МРТ и превратился в мировой центр производства электроники, от возможностей которого зависит потребление всего мирового сообщества. Кроме того, китайская экономика – один из крупнейших потребителей электроники, что обеспечивается благосостоянием страны, которое во многом обусловлено объемами инвестиций, вкладываемых в экономику КНР в процессе производства. Последствия пандемии коронавирусной инфекции на территории КНР показывают важность данного государства для мировых производителей, а также возможные последствия от подобных событий для любых сфер экономики.

Список литературы

1. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М. : ЭКСМО, 2016. – 1056 с.
2. Карпов, А. Л. Абсолютное и сравнительное конкурентное преимущество в торговых и партнерских отношениях / А. Л. Карпов // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2015. – № 2. – С. 10 – 16.
3. Королёв, Н. В. Условия успеха китайской инвестиционной модели / Н. В. Королёв, Хань Сюемэй // Вестник университета. – 2018. – № 6. – С. 129 – 135. doi: 10.26425/1816-4277-2018-6-129-135
4. China Factors. A Guide for Investing in China. – Текст : электронный // Deloitte. – October 2018. – URL : <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/chineseservicesgroup/deloitte-ch-cn-ibs-china-factors-en.pdf> (дата обращения: 27.04.2020).
5. Топ-20 стран по объему потребительского рынка. – Текст : электронный // Credinform. – URL : <https://credinform.ru/ru-RU/Publications/Article/00a72547c0a9> (дата обращения: 27.04.2020).

References

1. Smit A. *Issledovaniye o prirode i prichinakh bogatstva narodov* [Research on the nature and causes of the wealth of peoples], Moscow: EKSMO, 2016, 1056 p. (In Russ.)
2. Karpov A.L. [Absolute and comparative competitive advantage in trade and partnerships] *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Omsk University. Series: Economics], 2015, no. 2, pp. 10-16. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Korolev N.V., Khan' Syuyemey [Conditions for the success of the Chinese investment model], *Vestnik universiteta* [Bulletin of University], 2018, no. 6, pp. 129-135, doi: 10.26425/1816-4277-2018-6-129-135 (In Russ., abstract in Eng.)
4. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/chineseservicesgroup/deloitte-ch-cn-ibs-china-factors-en.pdf> (accessed 27 April 2020).
5. <https://credinform.ru/ru-RU/Publications/Article/00a72547c0a9> (accessed 27 April 2020).

China as the Basis of the International Division of Labor in the Field of Electronics during the Pandemic of Coronavirus Infection

E. A. Miroshina, A. M. Krasnyansky, G. V. Tityapov

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Keywords: globalization; international division of labor; China; coronavirus; electronics.

Abstract: The paper discusses the influence of the system of the international division of labor as the basis of China's dominance in production processes in the markets for electronic products. The history of the concept of the international division of labor, and its influence in the field of electronics, are examined. The reason for the attractiveness of the PRC for the deployment of foreign production on its territory is given, as well as the consequences of the pandemic for the above production sphere are described.

© E. A. Мирошина, А. М. Краснянский, Г. В. Титяпов, 2020

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ В ПОСТАНОВКЕ И РЕШЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЧАСТЬ I

Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чуксин

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет»;*

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. Н. Шамкин

Ключевые слова: большие системы; природо-промышленные системы; прогнозирование; структурные и функциональные изменения; управление; устойчивое развитие; целеустремленные состояния; эволюционные действия; эволюция.

Аннотация: Проблемы управления устойчивым развитием инфраструктурных объектов региональной экономики рассматриваются с учетом характерных особенностей их жизненного цикла. Объекты отнесены к категории целеустремленных и самоорганизующихся предприятий. Выход из проблемных (тупиковых) ситуаций решается на основе построения множества целеустремленных состояний промышленной подсистемы (ПП). Принятие решений по долгосрочным структурным изменениям в ПП предложено проводить по результатам прогнозирования последствий в экологической подсистеме.

Чтобы управлять ходом развития,
необходимо уметь прогнозировать
его возможные будущие тенденции.

Д. М. Гвишиани

Введение

Логика научного вывода академика В. И. Вернадского о грядущем наступлении «ноосферного» этапа в эволюции земной цивилизации сегодня становится все более понятной в связи с попытками мирового сообщества взять под общественный контроль все процессы, порождаемые разруши-

Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: eco@nnn.tstu.ru; Пещерова Ольга Викторовна – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия; Чуксин Антон Андреевич – врач-ординатор, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия.

тельной силой человека в биосфере: глобальные климатические изменения, войны за энергоресурсы и территории, загрязнение морей и океанов, сокращение биоразнообразия, истощение невозобновляемых природных ресурсов, распространение заболеваний, ухудшение среды обитания и многое другое. Ради дальнейшего существования цивилизации создаются системы космического мониторинга за состоянием биосферы, проводится зондирование объектов ближнего и дальнего космоса, реализуются международные проекты по пребыванию человека в критических условиях, разрабатываются уникальные технологии лечения опасных вирусных заболеваний, используются цифровые средства управления экономикой и обществом, внедряются роботизированные комплексы для работы на вредных и тяжелых производствах, в безвоздушном пространстве, во льдах и под водой. Во всех сферах интеллектуальной и хозяйственной деятельности общества наблюдается явный прогресс, вызванный стремительным ростом научных знаний в области математики, физики, химии, инженерии, медицины, биологии, генетики, наук о Земле, экологии, информатики и других дисциплин, без которых эволюция общества сегодня совершенно немыслима.

Весомую роль в вопросах обеспечения мира и стабильности на планете исполняет Организация Объединенных Наций (**ООН**), осуществляющая комплексный анализ и координацию усилий по их разрешению. Под эгидой ООН регулярно проходят эпохальные международные конференции по проблемам экономического развития и охраны окружающей среды. Важнейшим результатом работы ООН стала «Повестка дня на XXI век» – программный план действий по устойчивому развитию экономики, природы и общества, одобренный на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро в 1992 г. А в 2015 г. в Нью-Йорке на Саммите ООН по устойчивому развитию главы 193 государств приняли к исполнению 17 глобальных целей устойчивого развития (**ЦУР**) на период до 2030 года, достижение которых требует изменения отношения общества к потреблению природных богатств, трансформации линейной модели экономики в циркуляционную, организации бережливых производств, создания малоотходных технологий, использования альтернативных источников энергии и т.п.

В начале XXI века весь мир осознал водный кризис, качественный и количественный, вызванный ростом народонаселения, индустриализацией, улучшением стандартов жизни, практикой приготовления пищи и плохими стратегиями водопользования. Вода стала дефицитным ресурсом во всех аспектах жизни человека, определяющим его судьбу в будущем. Только 1 % всей воды на планете доступен сегодня для прямого питьевого использования. И вследствие этого в состав ЦУР была включена цель № 6 – «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех». Для ее осуществления предстоит решить ряд следующих сложных научных задач водного менеджмента.

1. Комплексное управление водными ресурсами на всех уровнях их детализации.

2. Повышение качества воды за счет снижения примесей.

3. Ликвидация сброса неочищенных жидких отходов.

4. Обеспечение энергоэффективной очистки сточных вод и повторного использования содержащихся в ней питательных веществ.

Менеджмент очистки воды оказывает прямое влияние на биоразнообразие аквасистем, являющихся фундаментальной основой нашей жизни. Успешное и устойчивое управление очисткой предполагает использование комбинации различных инновационных подходов, способных охватить все стадии ее жизненного цикла.

В работе [1] справедливо отмечено, что в условиях глобальных и быстрых перемен сообщества обязаны планировать менеджмент очистки по сценариям будущих, а не только текущих событий. Решения «умного» менеджмента, ориентированные на перспективу, должны быть экономически и экологически выгодны, а также социально и культурно значимы. При этом наука и образование играют ключевую роль в снижении объемов и загрязнений стоков, что способствует устойчивости принимаемых решений.

Региональные объекты водного менеджмента

Типовыми объектами менеджмента очистки являются системы водоподготовки и водоотведения, оказывающие существенное влияние на социально-экономическое развитие городов. Первые служат для централизованного питьевого водоснабжения населения с нормативными показателями качества воды по СанПиН 2.1.4.1074-01 [2], а вторые – для водоотведения и защиты населения и аквасистем от опасных и патогенных примесей, содержащихся в коммунальных и производственных стоках.

Указанные объекты относятся к категории инфраструктурных, состоящих из кластера взаимосвязанных обслуживающих технологий, создающих и/или обеспечивающих основу для решения проблемы очистки воды. Подобного типа объекты (банковские, медицинские, транспортные, энергетические и др.) являются особого рода «кровеносными артериями» региональной социо-экономической среды, по которым циркулируют материально-энергетические, финансовые, людские и информационные потоки, объединяющие социальные, экологические и экономические сферы общественно-хозяйственной деятельности человека. Общая особенность инфраструктурных объектов заключается в том, что они проектируются на срок эксплуатации свыше 20 лет, что обязывает административные органы рассматривать планы их создания в фокусе проблем управления устойчивым развитием, а принимаемые по ним в данный момент времени решения должны обязательно учитывать ресурсные интересы новых, еще не рожденных поколений граждан. При этом возникает вопрос о том, как это сделать. Попытки найти на него хотя бы частичный ответ содержатся в настоящей работе.

Рассмотрим конкретный пример. Очистные сооружения канализации г. Тамбова вводились в эксплуатацию поочередно, начиная с 1962 г. Производительность, м³/сут, первой очереди составляла 17 тыс., второй (1976 г.) – 33 тыс. и третьей (1984 г.) – 80 тыс. Суммарная проектная производительность равна 130 тыс. м³/сут, а фактическая меняется от 85 тыс. до 125 тыс. м³/сут. Структура системы сбора, очистки и отведения сточных вод состоит из набора самотечных и напорных канализационных трубопроводов с размещенными на них канализационными насосными станциями и очистных систем канализации (**ОСК**).

Необходимость в наращивании мощностей сооружений продиктована сложностями экологических ситуаций того времени: ростом расхода сточной воды в связи с подъемом промышленного и демографического потенциалов города, а также необходимостью выполнения обновляемых в стране санитарно-гигиенических нормативов, предъявляемых к очищенной воде [3].

За 58 лет функционирования ОСК они из «загородных» сооружений стали инфраструктурой городского округа с жестко ограниченной площадью центральной станции в 308 тыс. м², на которой расположены производственные здания, лаборатории, электроподстанции, технологические аппараты и т.п. Так что любые пространственные расширения станции уже невозможны без конфликтов интересов не только будущего поколения горожан, но и нынешнего, как в социально-экологическом, так и хозяйственно-экономическом отношениях. И, тем не менее, в настоящем времени вновь возникла необходимость в усовершенствовании структуры ОСК из-за превышения в очищенной воде нормативных значений ХПК, БПК₅, фосфатов, нитратов, взвешенных веществ и появления в сточной воде новых видов примесей. Причем все технологические изменения в ОСК должны быть реализованы на площади устаревших и неэффективных конструкций.

Вследствие этого администрацией г. Тамбова в 2017 г. принято Постановление «Об утверждении схемы водоотведения г. Тамбова на период 2018 – 2030 годов» [4], к основным задачам которого отнесены:

- переход на более эффективные и технически совершенные технологии очистки стоков и утилизации осадка в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду;

- реконструкция и строительство канализационных сетей в целях повышения надежности и снижения аварийности;

- внедрение системы автоматизированного управления и системы измерений в целях повышения качества предоставления услуги водоотведения за счет оперативного выявления и устранения технологических нарушений в работе системы водоотведения, а также обеспечения энергоэффективности функционирования системы;

- строительство сетей и сооружений для водоотведения осваиваемых и преобразуемых территорий, а также в целях обеспечения доступности услуг водоотведения.

Целевыми показателями развития централизованной системы водоотведения на среднесрочный период выбраны:

- показатели надежности и бесперебойности водоотведения;
- качества очистки сточных вод;
- эффективности использования ресурсов при транспортировке сточных вод.

В первом приближении принятые показатели соответствуют целям социально-экономического и экологического развития г. Тамбова и Тамбовской области [5].

Пример с ОСК позволяет констатировать следующее:

1. На длительном интервале времени функционирования объектов региональной экономики вероятны появления качественно новых вызовов

(возмущений) в системе менеджмента, ответная реакция на которые закономерно приводит к структурным изменениям в объекте и системах управления.

2. Усложнение структуры объекта в целях «поглощения» или «компенсации» возмущений и изменение его поведения для достижения целевых показателей является эволюционным процессом, реализуемым на объекте при непосредственном участии менеджмента.

Рисунок 1 иллюстрирует исторический процесс в развитии технологий очистки сточных вод, инициированный запросами общества на безопасную окружающую среду [6].

В числе оригинальных технологических решений последнего времени назовем следующие:

- конструкции биореакторов с анаэробной, аноксической и аэробной зонами очистки, а также с зонами попеременной смены аноксического и аэробного режимов работы;
- раздельную подачу воздуха по зонам аэрации с компенсацией потерь давления с помощью системы управления компрессором;
- биореакторы с периодическим режимом работы и гибкой системой управления;
- увеличение числа рециклов в схеме очистки;
- использование в технологии очистки реагентов для лучшего первичного осветления воды и удаления фосфора;
- использование внешних источников углерода для управления процессом денитрификации.

Эти и другие новшества аппаратурно-технологического характера не только значительно усложняют, но и расширяют возможности менеджмента очистки, позволяя проектировать ОСК с целевыми технико-экономическими и экологическими показателями.

Современные ОСК представляют собой территориально-распределенные многоуровневые биоинженерные сооружения с большим числом элементов и связей между ними, оснащенные эффективными системами автоматизированного контроля и управления [7], способные не только потреблять, но и генерировать энергию [8], а также очищать загрязненные воды практически до питьевого качества. Очистные системы канализации относятся к категории средозащитных систем, поэтому вопрос о гибкости и эффективности их работы в условиях неполной информации о поступающем расходе воды и составе примесей является одним из ключевых. В этой связи следует подчеркнуть, что только система в целом, а не отдельные ее технологии, способна обеспечить целевые показатели развития. И наряду с анализом возможностей новых технологий, оценками их эффективности и стоимости важнейшим этапом создания системы является этап ее синтеза – интеграции отдельных технологий в единое целое.

ОСК в аспекте проблем управления большими системами

На этапе нормального функционирования оптимизация режимов работы ОСК проводится известными методами теории управления в реальном времени с использованием подходящих моделей [7, 9]. Иное дело управлять системами, «встроенными» в проблему устойчивого развития

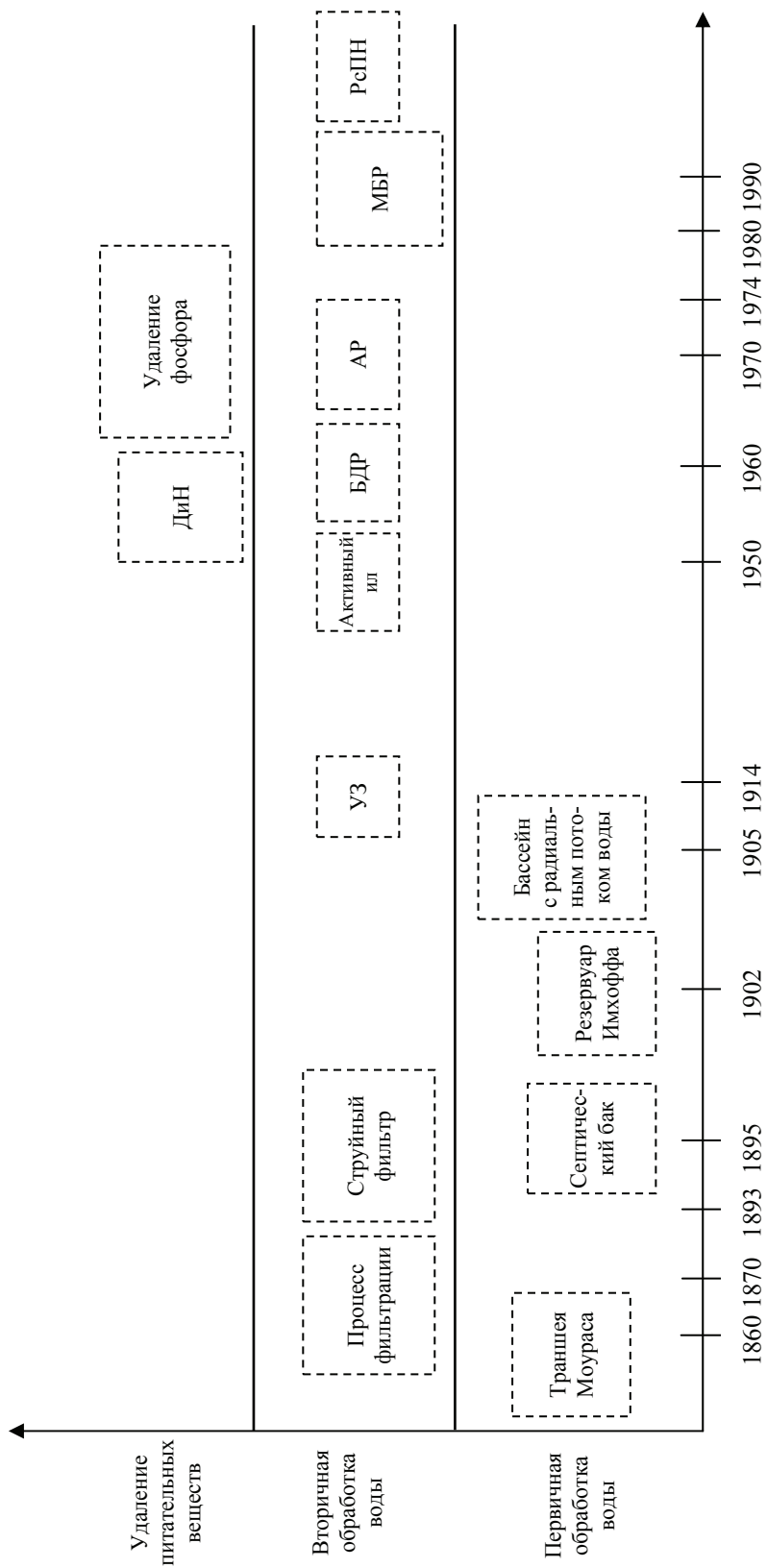


Рис. 1. Эволюция систем очистки сточной воды [6]:
 УЗ – увлажненные земли; БДР, АР, РЕПН – соответственно реакторы биодисковых, анаэробный и с плавающей насадкой;
 МБР – мембранный биореактор; ДиН – денитрификация и нитрификация

с известными ЦУР. В этом случае законы управления формируются на отрезке времени в несколько десятилетий, охватывающем все этапы жизненного цикла (ЖЦ) ОСК, включая и ее структурные (эволюционные) преобразования¹. Очевидно, что на каждом очередном этапе ЖЦ системы стратегия менеджмента будет меняться, но всегда должна «ориентироваться и направляться» на ЦУР, даже на этапе ее утилизации. Системы, способные преследовать одну и ту же цель, изменяя свое поведение при изменении внешних обстоятельств, известны как целеустремленные [10], а системы, в которых с течением времени структура и функции претерпевают существенные изменения, называются развивающимися [11]. Из этих определений следует, что в проблеме устойчивого развития объекты региональной экономики должны рассматриваться как целеустремленные и развивающиеся под управлением естественного или искусственного интеллекта.

В данной работе ограничимся рассмотрением наиболее ответственного этапа ЖЦ, на котором происходят структурные изменения в объекте исследования. Для этого абстрагируемся от конкретики примера с ОСК и рассмотрим объекты региональной экономики на платформе природо-промышленных систем (ППС) [12], находящихся под административным управлением (рис. 2).

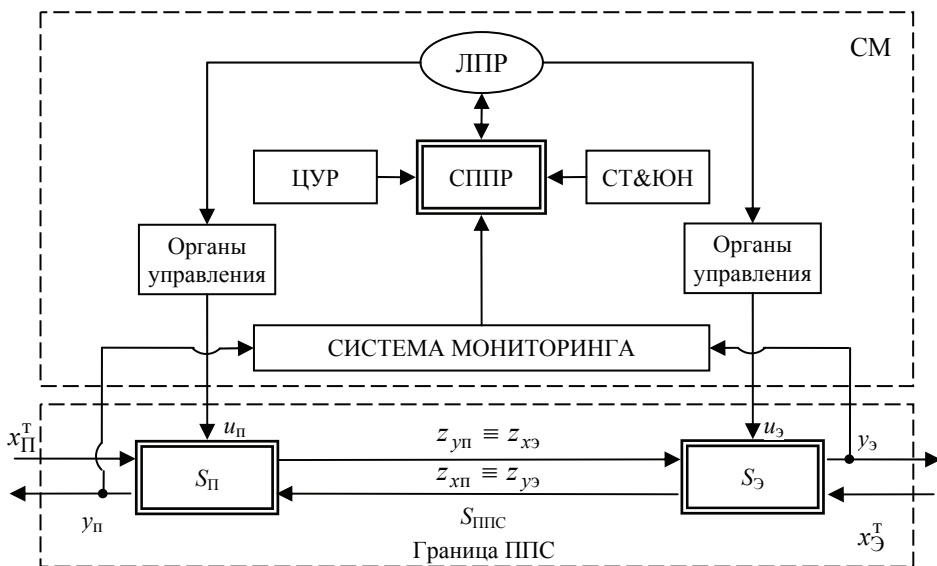


Рис. 2. Схема централизованного управления территориально-распределенной ППС: СМ – система менеджмента; ЛПР – лицо, принимающее решение; СППР – система поддержки принятия решений; СТ&ЮН – социальные требования и юридические нормы; S_{ППС} – природо-промышленная система; S_П – промышленная подсистема; S_Э – экологическая подсистема

Примечание: $x_{П}^T = (r_{П}, \xi_{П})$; $x_{Э}^T = (r_{Э}, \xi_{Э})$

¹ Авторы сознательно не используют термины «модернизация» и «реконструкция», относя их смысл к реструктуризации объекта, вызванной текущими обстоятельствами, а не задачами управления по достижению ЦУР на длительном отрезке времени.

Задача системы менеджмента (СМ) ППС состоит в определении такой траектории движения $S_{ППС}$ в пространстве структур и состояний, реализация которой гарантирует достижение целевых показателей подсистем $S_{П}$ и $S_{Э}$ на заданном интервале времени в условиях действия возмущающих факторов. Тогда устойчивое развитие подразумевает исключение системой менеджмента недопустимых отклонений в траектории движения $S_{ППС}$ к ЦУР. И в этом процессе экономические и экологические показатели СМ устойчивого развития оказываются следствием «социального заказа» по повышению общественного благосостояния, под которым понимается обеспеченность людей жизненными благами или средствами существования, наличие у них прав и свобод, условий безопасного труда, высоких стандартов жизни, доступность санитарии, медицинских услуг и т.п. Реквизиты социального заказа учитываются в постановке задачи управления – при выборе модели, целевой функции, условий и ограничений на переменные состояния ППС.

Вместе с тем переход ППС с неустойчивого режима функционирования на траекторию устойчивого роста имеет ряд проблемных особенностей.

1. Природо-промышленные системы представляют собой большие плохо определенные многоуровневые системы, математическое описание которых либо отсутствует, либо требует значительных затрат труда, времени и средств, в связи с чем аналитическое определение закона управления на основе модели весьма проблематично.

2. Структура процесса развития является многомерной, состоящей из трех групп показателей: экономических, экологических и социальных, противоречащих друг другу, а значит поиск оптимальной траектории развития возможен только в области компромиссов.

3. На длительном интервале времени управления ППС высока вероятность возникновения качественно новых возмущений. В результате чего потребуются не только корректировка схемы управления, но и изменение внутренней структуры ППС.

4. Неопределенность состояния региональной экономики через 20 и более лет (проводя отсчет от момента принятия решений по проектам долгосрочного развития) затрудняет понимание запросов будущих поколений граждан и их учет в реализуемых проектах.

Данные обстоятельства указывают на то, что традиционные методы теории управления не всегда могут обеспечить требуемую результативность управления. Для больших и сложных систем, подобных ОСК, приходится использовать комбинации научных подходов: системного анализа [13], физической теории управления [14], идеи самоорганизации [15], средства искусственного интеллекта (ИИ) и ряд других, расширяющих потенциал проектирования и управления динамическими системами «путем охвата задач с неизвестными или уже с несправедливыми с некоторого момента эксплуатации уравнениями динамики (как в задачах выбора эффективных каналов управления в объектах с реконфигурацией²) либо задач, в которых модели в форме уравнений динамики могут уступать

²Речь идет о восстанавливающем или развивающем управлении.

по эффективности использования моделям ИИ (как в задачах планирования действий в среде³) или могут использоваться совместно с моделями ИИ» [16]. В данном случае следует упомянуть о современной тенденции использования различных моделей поведения организмов в живой природе для решения нестандартных задач управления в технических и социальных системах, признавая тот факт, что антропогенный мир строится по тем же «лекалам», что и биологический – на законах сохранения вещества и энергии; законах экологии; экстремальных принципах поведения живого вещества в биосфере; законах кинетического взаимодействия биологических видов и химических веществ, фрактальности и самоподобия, хаосе и самоорганизации.

Эволюционные изменения в природо-промышленных системах

В соответствии с законом баланса консервативности и изменчивости структура ППС строится из двух типов подсистем (см. рис. 2): природных (консервативных), сохраняющих и закрепляющих строение и функциональные особенности системы в целом, и промышленных (эволюционных), способных к видоизменению и даже к саморазрушению ППС с образованием новой функционально-морфологической реальности, соответствующей обновляющейся среде существования системы. И хотя природные подсистемы не являются в полной мере консервативными (из-за участия в сукцессионных процессах), однако, по сравнению с динамикой процессов в промышленных подсистемах, их по праву относят к структурно устойчивым, мало чувствительным в своей основе к внешним воздействиям естественного характера. И если для промышленных подсистем развитие означает улучшение социально-экономических показателей, таких как благосостояние, доход или производительность, то для природных оно ассоциируется с сохранностью и ростом их базовых сущностей – биоразнообразия, качества среды обитания живых организмов, ресурсов и т.д.

За долгую историю борьбы организмов за существование в экосистемах сформировались механизмы приспособления к меняющимся условиям окружающей среды. В их числе такие как адаптация и эволюция, нашедшие применение и в современной теории управления [17]. Адаптация рассматривается как процесс накопления и использования информации в системе, направленный на достижение оптимального, в некотором смысле, состояния или поведения системы при начальной неопределенности и изменяющихся внешних условиях [18]. Она связана с восстановлением утраченной по каким-либо причинам эффективности работы системы на коротком отрезке времени. Тогда как эволюция в экосистеме предполагает долгосрочные структурно-функциональные изменения, формируемые под действием внешних сил (климатических, геофизических) и внутренних процессов, обусловленных активностью живых организмов. При этом производимые изменения направлены на достижение имманентной цели системы посредством увеличения ее контактов с окружающей средой (то есть роста сложности взаимодействий), улучшения понимания воздействий окружения и управляемости. Такая точка зрения высказана в работе [19]:

³Когда план – суть композиции действий, «перестраивающих мир».

«...если организм может увеличить одновременно контакт, управляемость, понимание и сложность, то это следует рассматривать как прогресс в эволюции». Можно сказать, что эволюция является внутренним свойством системы, а ее адаптируемость определяется классом допустимых внешних воздействий. И в этом смысле адаптация – приспособление системы к внешним условиям в процессе эволюции.

Известны два основных класса механизмов эволюции экосистем [20]. Первый из них относится к варианту адаптивного развития, характеризующегося дарвиновской триадой: изменчивостью, наследственностью и отбором. Его действие направлено на поэтапное и отчасти предсказуемое изменение предыстории поведения системы, что делает возможным управление процессом эволюции. Второй класс механизмов – бифуркационный, определяемый той же триадой, но он приводит к непредсказуемым заранее качественным (скачкообразным) изменениям состояния системы в результате действия внешних факторов.

В промышленных системах скачок в развитии техники обычно связан с преодолением некоего «барьера», препятствующего использованию новых физических явлений, материалов, технологий и конструкций. Он сопровождается резкими изменениями в производственном процессе и отражается на стоимости продукции, надежности, удобстве обслуживания и других показателях эффективности. В теории управления системы, свойства которых изменяются скачкообразно в случайные моменты времени, рассматриваются как системы со случайными изменениями структуры, имеющей конечное число состояний [21].

В целеустремленных ППС эволюция осуществляется в результате выбора ЛПР таких действий из ряда альтернативных, которые в сложившихся условиях окружения позволяют системе с наибольшей эффективностью достигать намеченных целей. В этой связи дадим следующее *определение*: эволюционным действием (ЭД) назовем любое структурно-функциональное изменение в системе, направленное на снижение ее энтропии и обеспечение стабильности процесса развития в условиях активной внешней среды, при котором сохраняется целевое назначение системы.

В качестве примера на рис. 3 отображен «бифуркационный» тип эволюции ОСК. Мерой сложности каждой ее очереди служит мощность установленного электрооборудования, поскольку электроэнергия является основной двигательной силой насосных станций, воздуходувок, илососов,



Рис. 3. Рост эволюционной сложности ОСК

скребков и т.д. Такой выбор оправдан в свете гипотезы А. Лотки о том, что эволюция экосистем следует в направлении увеличения суммарного потока энергий через систему [22]. Увеличение мощности ОСК в данном случае является результатом внедрения проектных решений по достижению целевых показателей.

Для анализа механизма эволюции ППС воспользуемся формальными приемами системотехники и запишем модель ППС в следующем каноническом виде:

$$\begin{aligned} y_{\Pi} &= F_1(r_{\Pi}, u_{\Pi}, \xi_{\Pi}, z_{y_3}^A, z_{y_3}^B); & z_{y_{\Pi}} &= F_2(r_{\Pi}, u_{\Pi}, \xi_{\Pi}, z_{y_3}^A, z_{y_3}^B); \\ y_3^A &= \Phi_1(r_3, u_3, \xi_3, z_{y_{\Pi}}, y_3^B); & y_3^B &= \Phi_2(r_3, u_3, \xi_3, z_{y_{\Pi}}, y_3^A); \\ z_{y_3}^A &= \Phi_3(r_3, u_3, \xi_3, z_{y_{\Pi}}, z_{y_3}^B); & z_{y_3}^B &= \Phi_4(r_3, u_3, \xi_3, z_{y_{\Pi}}, z_{y_3}^A), \end{aligned} \quad (1)$$

где $r_{\Pi}, u_{\Pi}, \xi_{\Pi}$ и r_3, u_3, ξ_3 – соответственно векторы наблюдаемых, управляемых и возмущаемых переменных; $z_{y_{\Pi}} \equiv z_{x_3}$ и $z_{x_{\Pi}} \equiv z_{y_3}$ – векторы переменных, связывающих прямой и обратной связью подсистемы S_{Π} и S_3 ; A и B – индексы, обозначающие абиотические и биотические компоненты соответственно; y_{Π}, y_3 – векторы выходных переменных S_{Π} ; F_1, F_2 – функциональные операторы модели для подсистемы S_{Π} , а $\Phi_1 \dots \Phi_4$ – операторы модели для подсистемы S_3 .

Если под структурой системы понимать «устойчивую упорядоченность в пространстве и во времени ее элементов и связей» [11], тогда структурные свойства ППС в модели выражаются операторами F_1, F_2 и $\Phi_1 \dots \Phi_4$, а функциональные свойства – многообразием реакций системы с заданной структурой на изменения входных сигналов, начальных и граничных условий, а также перенастраиваемых внутренних параметров. При этом структурные изменения ППС происходят в пространстве состояний ее структур, а функциональные – в обычном пространстве состояний динамической системы с неизменной структурой.

В работе [23] дано описание алгоритма решения региональных задач устойчивого развития на платформе ППС, основу которого составляют методы системного подхода. Один из его информационных блоков содержит краткую характеристику задач управления, предназначенных для типовых объектов с конкретными особенностями. При этом постановки задач с возможными структурными изменениями в ППС выделены в особый класс, названный классом задач на множестве возможных состояний функционирования, таких как динамическое равновесие, переходный процесс, адаптация к изменениям внешнего окружения, опасные ситуации и др. Для целеустремленных систем подобные состояния могут стать результатом свободного выбора менеджером задач и средств их выполнения.

Принятие решений о необходимости внесения структурных изменений в состав ППС базируется на анализе накопленной в СМ информации о прошлых и текущих состояниях объекта управления. На рисунке 4 приведена примерная логическая схема принятия решений, в которую помимо оперативных задач диспетчерского управления, характерных для большой энергосистемы [24], включены и задачи управления развитием на средне-

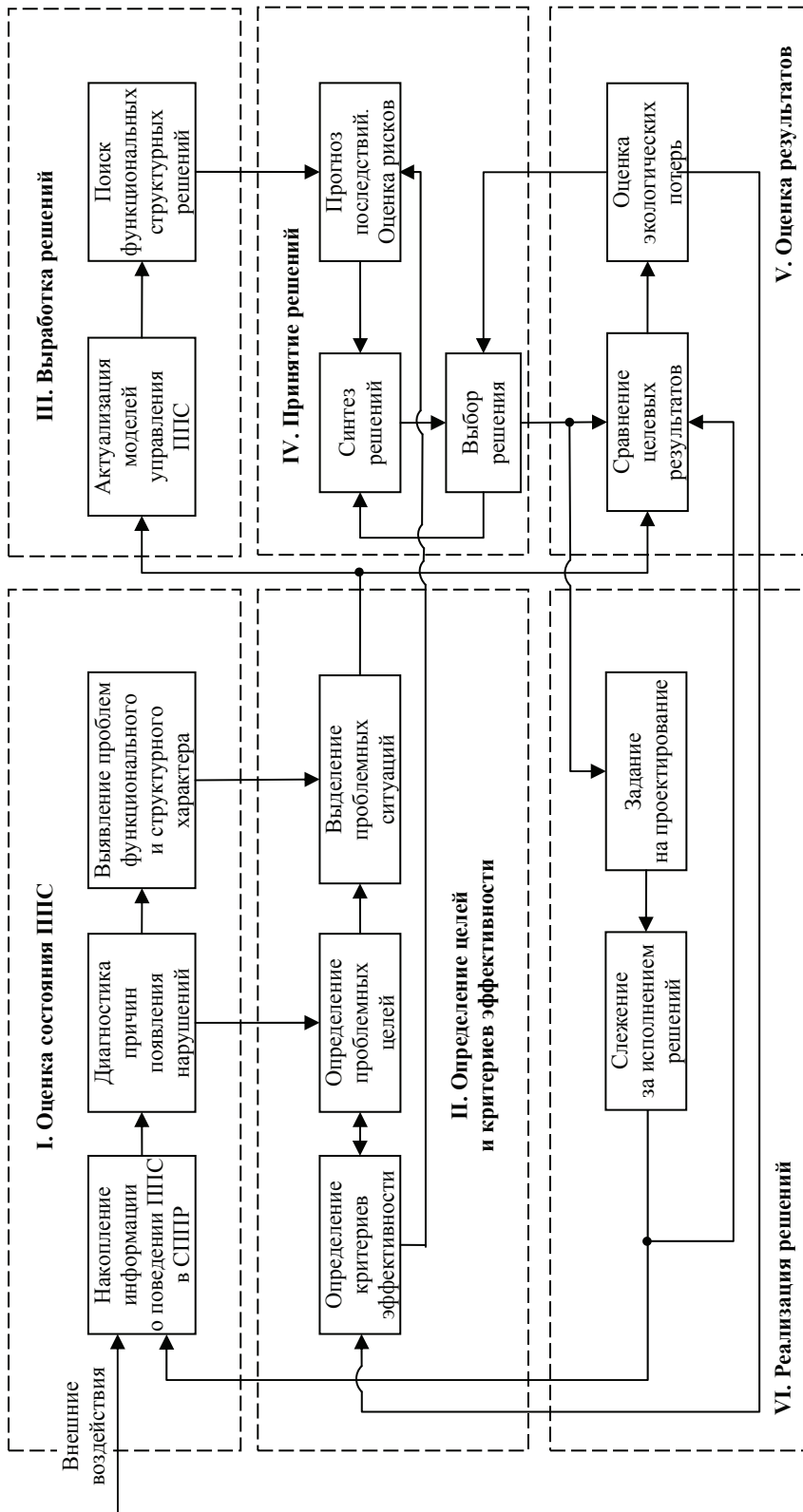


Рис. 4. Схема принятия управляющих решений в ППС

и долгосрочных отрезках времени. В этой схеме на основании диагностики причин рассогласования текущих показателей работы ППС и их программно-целевых значений (блок I), СППР идентифицирует классы проблемных ситуаций (блок II), актуализирует модели управления ППС для поиска на их основе «функциональных» или «структурных» решений (блок III), а ЛПР выбирает из множества доступных решений наилучшее, в смысле достижения оперативных, среднесрочных или долгосрочных целей управления (блок IV), после чего проводит оценку экологических последствий выбранного решения (блок V) и в случае допустимости потерь реализует его в ППС (блок VI).

Схема на рис. 4 во многом идеализирована. В конкретной ситуации процесс принятия решений может оказаться развернутым во времени, итерационным, использующим результаты имитационного моделирования ППС, а в некоторых случаях требующим дополнительной информации, получаемой в лабораторных и/или полевых условиях. Тем не менее, вследствие действия в схеме отрицательных обратных связей, существует принципиальная возможность компенсации отклонений реальных показателей развития ППС от целевых.

Список литературы

1. Sick water? The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development. – Текст : электронный // GRID-Arendal. – URL : <https://www.grida.no/publications/218> (дата обращения: 20.04.2020).
2. О введении в действие санитарных правил : постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 сентября 2001 г. № 24 (с изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Гарант : офиц. сайт. – URL : <http://base.garant.ru/4177988/> (дата обращения: 20.04.2020).
3. Требования экологического и водного законодательства в деятельности предприятий ВКХ в современных условиях. Мифы и реальность. – Текст : электронный. – URL : <https://forum.integral.ru/download/file.php?id=5585> (дата обращения: 20.04.2020).
4. Об утверждении схемы водоотведения города Тамбова на период 2018 – 2030 гг. : постановление администрации города Тамбова от 01.12.2017 г. № 7445. – Текст : электронный // Администрация города Тамбова. – URL : https://city.tambov.gov.ru/fileadmin/user_upload/org/kg/7445_-_17.pdf (дата обращения: 20.04.2020).
5. О Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 года : Закон Тамбовской области от 30 мая 2018 года. – Текст : электронный // Администрация Тамбовской области. – URL : <https://www.tambov.gov.ru/assets/files/strategy/bc9bb531-f06a-4e4e-92ac-f39f924f8bfb.pdf> (дата обращения: 20.04.2020).
6. Lofrano, G. Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind / G. Lofrano, J. Brown // Science of the Total Environment. – 2010. – Vol. 408 (22). – P. 5254 – 5264.
7. Instrumentation, Control and Automation in Wastewater – From London 1973 to Narbonne 2013 / G. Olsson, B. Carlsson, J. Comas [et al.] // Proceedings of the 11th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2013), 18 – 20 September, 2013, Narbonne, France. – Narbonne, France, 2014. – P. 1373 – 1385.
8. Nowak, O. Examples of Energy Self-Sufficient Municipal Nutrient Removal Plants / O. Nowak, S. Keil, C. Fimml // Water Science & Technology. – 2011. – Vol. 64 (1). – P. 1 – 6.

9. Габасов, Р. Современное состояние теории оптимальных процессов / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова // Автоматика и телемеханика. – 1972. – № 9. – С. 31 – 62.
10. Акофф, Р. О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери ; пер. с англ. ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Сов. Радио, 1974. – 272 с.
11. Николаев, В. И. Системотехника: методы и приложения / В. И. Николаев, В. М. Брук. – Л. : Машиностроение : Ленинградское отделение, 1985. – 199 с.
12. Повышение энергоэффективности природно-промышленных систем : учеб. пособие / Н. С. Попов, В. Бьянко, И. О. Лысенко [и др.] ; под общ. ред. Н. С. Попова. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2014. – 146 с.
13. Летов, А. М. Состояние и перспективы развития теории управления / А. М. Летов // Автоматика и телемеханика. – 1972. – № 9. – С. 12 – 23.
14. Красовский, А. А. Проблемы физической теории управления / А. А. Красовский // Автоматика и телемеханика. – 1990. – № 11. – С. 3 – 28.
15. Колесников, А. А. Синергетические методы управления сложными системами. Теория системного анализа / А. А. Колесников. – М. : Книжный дом «Либроком», 2019. – 240 с.
16. Васильев, С. Н. Теория и применение логико-управляемых систем / С. Н. Васильев // Тр. 2-ой Междунар. конф. «Идентификация систем и задачи управления» (SICPRO'03), 2003 г., Москва. – М., 2003. – С. 23 – 52.
17. Чаки, Ф. Современная теория управления. Нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Ф. Чаки ; пер. с англ. В. В. Капитоненко, С. А. Анисимова ; под ред. Н. С. Райбмана. – М. : Мир, 1975. – 422 с.
18. Энциклопедия кибернетики. Т. 1 : Абс – Мир / Под ред В. М. Глушкова. – Киев : Украинская Сов. энциклопедия, 1975. – 607 с.
19. Касти, Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы / Дж. Касти ; пер. с англ. ; под ред. Ю. П. Гупало, А. А. Пионтковского. – М. : Мир, 1982. – 216 с.
20. Моисеев, Н. Н. Человек и биосфера: Опыт системного анализа и эксперименты с моделями / Н. Н. Моисеев, В. В. Александров, А. М. Тарко. – М. : Наука, 1985. – 271 с.
21. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука, 1987. – 712 с.
22. Lotka, A. J. Elements of Mathematical Biology / A. J. Lotka. – New York : Dover, 1956. – 465 p.
23. Попов, Н. С. Разработка системного подхода к решению региональных задач устойчивого развития / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, Л. Н. Чуксина // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 400 – 423. doi: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.400-423
24. Башлыков, А. А. Проектирование систем принятия решений в энергетике / А. А. Башлыков. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 120 с.

References

1. <https://www.grida.no/publications/218> (accessed 20 April 2020).
2. <http://base.garant.ru/4177988/> (accessed 20 April 2020).
3. <https://forum.integral.ru/download/file.php?id=5585> (accessed 20 April 2020).
4. https://city.tambov.gov.ru/fileadmin/user_upload/org/kg/7445_-_17.pdf (accessed 20 April 2020).
5. <https://www.tambov.gov.ru/assets/files/strategy/bc9bb531-f06a-4e4e-92ac-f39f924f8bfb.pdf> (accessed 20 April 2020).
6. Lofrano G., Brown J. *Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind*, Science of the Total Environment, 2010, vol. 408 (22), pp. 5254-5264.

7. Olsson G., Carlsson B., Comas J., Copp J., Gernaey K.V., Ingildsen P., Jeppsson U., Kim C., Rieger L., Rodríguez-Roda I. *Proceedings of the 11th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2013)*, 18 - 20 September, 2013, Narbonne, France, 2014, pp. 1373-1385.
8. Nowak O., Keil S., Fimml C. Examples of Energy Self-Sufficient Municipal Nutrient Removal Plants, *Water Science & Technology*, 2011, vol. 64 (1), pp. 1-6.
9. Gabasov R., Kirillova F.M. [The current state of the theory of optimal processes], *Avtomatika i telemekhanika* [Automation and Telemechanics], 1972, no. 9, pp. 31-62. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Akoff R., Emeri F., Ushakov I.A. [Ed.] *O tselestremlynykh sistemakh* [About purposeful systems], Moscow: Sovetskoye Radio, 1974, 272 p. (In Russ.)
11. Nikolayev V.I., Bruk V.M. *Sistemotekhnika: metody i prilozheniya* [System engineering: methods and applications], Leningrad: Mashinostroyeniye: Leningradskoye otdeleniye, 1985, 199 p. (In Russ.)
12. Popov N.S. [Ed.], B'yanko V., Lysenko I.O., Novakovski P., T'in' Ch.M, Chuksina L.N., Yakunina I.V. *Povysheniye energoeffektivnosti prirodno-promyshlennykh sistem: uchebnoye posobiye* [Improving the energy efficiency of natural-industrial systems: a training manual], Tambov: Izdatel'stvo Pershina R.V., 2014, 146 p. (In Russ.)
13. Letov A.M. [State and prospects of development of control theory], *Avtomatika i telemekhanika* [Automation and Telemechanics], 1972, no. 9, pp. 12-23. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Krasovskiy A.A. [Problems of the physical theory of control], *Avtomatika i telemekhanika* [Automation and Telemechanics], 1990, no. 11, pp. 3-28. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Kolesnikov A.A. *Sinergeticheskiye metody upravleniya slozhnyimi sistemami. Teoriya sistemnogo analiza* [Synergetic management methods for complex systems. Theory of system analysis], Moscow: Knizhnyy dom «Librokom», 2019, 240 p. (In Russ.)
16. Vasil'yev S.N. *Trudy 2-oy Mezhdunarodnoy konferentsii «Identifikatsiya sistem i zadachi upravleniya» (SICPRO'03)* [Proceedings of the 2nd International Conference "System Identification and Control Problems" (SICPRO'03)], 2003, Moscow, 2003, pp. 23-52. (In Russ.)
17. Chaki F., Raybman N.S. [Ed.] *Sovremennaya teoriya upravleniya. Nelineynyye, optimal'nyye i adaptivnyye sistemy* [Modern Management Theory. Nonlinear, optimal and adaptive systems], Moscow: Mir, 1975, 422 p. (In Russ.)
18. Glushkova V.M. [Ed.] *Entsiklopediya kibernetiki. T. 1: Abs – Mir* [The Encyclopedia of Cybernetics. T. 1: Abs - World], Kiev: Ukrainskaya Sovetskaya entsiklopediya, 1975, 607 p. (In Russ.)
19. Kasti Dzh., Gupalo Yu.P., Piontkovskiy A.A. [Eds.] *Bol'shiye sistemy. Svyaznost', slozhnost' i katastrofy* [Large Systems. Connectivity, Complexity and Disasters], Moscow: Mir, 1982, 216 p. (In Russ.)
20. Moiseyev N.N., Aleksandrov V.V., Tarko A.M. *Chelovek i biosfera: Opyt sistemnogo analiza i eksperimenty s modelyami* [Man and the biosphere: Experience in system analysis and experiments with models], Moscow: Nauka, 1985, 271 p. (In Russ.)
21. Krasovskiy A.A. [Ed.] *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Reference on the theory of automatic control], Moscow: Nauka, 1987, 712 p. (In Russ.)
22. Lotka A.J. *Elements of Mathematical Biology*, New York: Dover, 1956, 465 p.
23. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksina L.N. [Development of a systematic approach to solving regional tasks of sustainable development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2018, vol. 24, no. 3, pp. 400-423, doi: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.400-423 (In Russ., abstract in Eng.)

24. Bashlykov A.A. *Proyektirovaniye sistem prinyatiya resheniy v energetike* [Design of decision-making systems in the energy sector], Moscow: Energoatomizdat, 1986, 120 p. (In Russ.)

Some Features in the Formulation and Solution of the Regional Tasks of Sustainable Development. Part I

N. S. Popov, O. V. Peshcherova, A. A. Chuksin

Tambov State Technical University;

G. R. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia

Keywords: large systems; natural industrial systems; forecasting; structural and functional changes; control; sustainable development; purposeful states; evolutionary actions; evolution.

Abstract: Problems of managing the sustainable development of infrastructure facilities of the regional economy are considered taking into account the characteristic features of their life cycle. Objects are classified as motivated and self-organizing enterprises. The way out of problematic (deadlock) situations is solved on the basis of constructing a set of purposeful states of the industrial subsystem (IS). It is proposed to make decisions on long-term structural changes in the IS based on the results of forecasting the consequences in the environmental subsystem.

© Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чукин, 2020

**ОМНИКАНАЛЬНЫЙ БАНКИНГ – ГЛОБАЛЬНЫЙ
ТРЕНД БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

О. А. Ковалева, О. А. Повернова, Д. В. Олифиренко

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор С. П. Спиридонов

Ключевые слова: омниканальность; показатели диджитализации; цифровой банкинг.

Аннотация: Рассмотрены причины низкого перехода на цифровой банкинг в России. Представлены поведенческие особенности российских банковских клиентов, интерфейсы коммуникаций банка. Проанализированы результаты исследования отечественных банков по различным показателям диджитализации. Отмечены основные отличия омниканальности от мультиканальности. Обобщены свойства, преимущества и проблемы омниканальной коммуникации в банках. Установлено, что омниканальный принцип взаимодействия банка с клиентами является наиболее перспективным.

Россия давно живет в цифровой эре. По данным McKinsey & Company она занимает шестое место в мире и первое место в Европе по числу пользователей интернета. За последние три года смартфонов стало вдвое больше – ими обладает 60 % населения. Но доступ к цифровым сервисам в России менее развит, чем в странах ЕС. Так, например, доля организаций, имеющих интернет-сайт, в России составляет 43 %, а в странах ЕС – 77 %. Проникновение мобильного интернета в России равно 47 %, в то время как в странах ЕС – 57 %. В Турции, Дании, Израиле онлайн-банкинг используют соответственно 91, 89, 87 % жителей, а в России всего 30 %. Причины низкого перехода на цифровой банкинг в России следующие: плохая информированность населения о возможностях дистанционного банковского обслуживания (ДБО), отсутствие проработанного закона об электронной цифровой подписи, дефицит квалифицированных специалистов, психологическая неготовность населения к переходу на цифровой банкинг и страх потерять свои деньги. Однако темп роста цифровизации банковского обслуживания в России составляет 7 %, а в Европе – только 3 %.

Ковалева Ольга Александровна – доктор технических наук, доцент кафедры «Экономика», e-mail: Solomina-oa@yandex.ru; Повернова Ольга Александровна – магистрант; Олифиренко Данила Викторович – студент, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Важно понимать поведенческие особенности российских банковских клиентов. Большинство россиян сразу после поступления на счет зарплаты стараются снять всю ее наличными. В России до сих пор сохраняется огромный пласт банковских клиентов, которые проводят платежи только через кассу. В свою очередь, анализируя статистические данные с сайта Банка России, можно заметить уверенный рост объема и среднеедневного количества переводов денежных средств банковскими клиентами, что говорит о повышении доверия к безналичным расчетам среди участников.

В условиях жесткой конкуренции на рынке банковских продуктов банкам необходимо поддерживать постоянную доступность и открытость для коммуникаций с клиентами.

До недавнего времени в России преобладала «продуктоцентричная модель», когда потребности клиента оставались на заднем плане, а все внимание уделялось именно продукту (рис. 1, а). В США и Европе в приоритете была «клиентоцентричная модель», когда продукт разрабатывался исключительно на основе анализа реальных ожиданий и потребностей клиентов (рис. 1, б) [1].

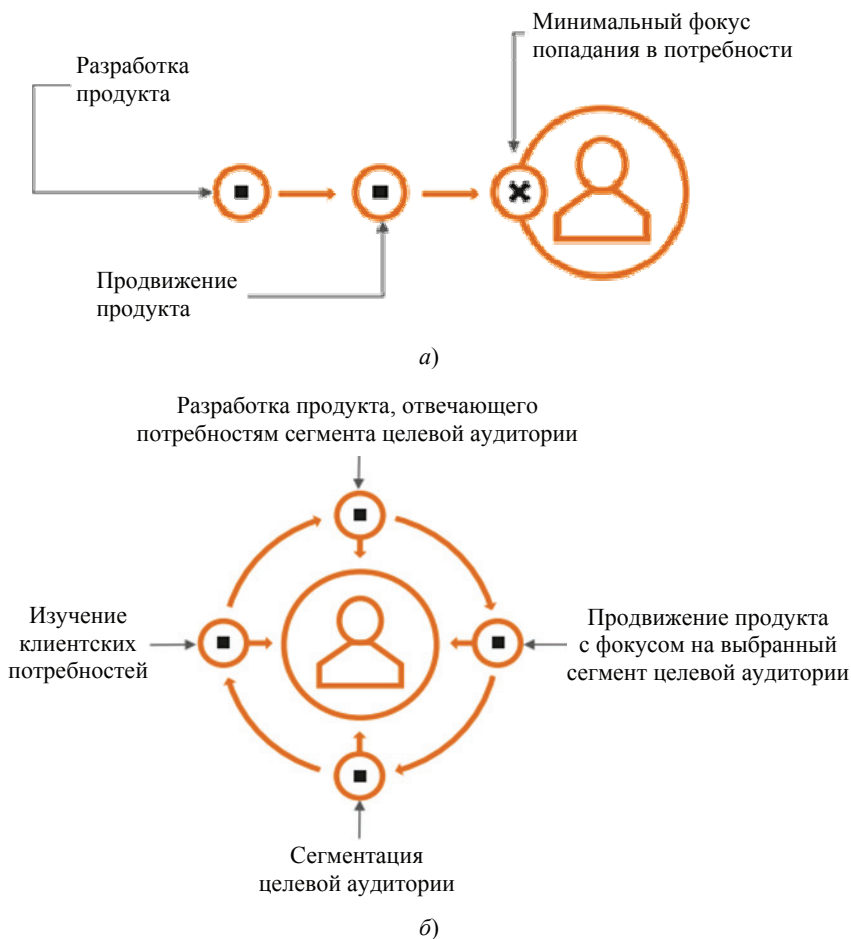


Рис. 1. Модели разработки банковских продуктов:
 а – продуктоцентричная; б – клиентоцентричная

Российские банки стали больше внимания уделять клиентскому опыту. Клиенты значительно требовательнее начали относиться к банковским услугам, при выборе определенного банка все чаще ориентируются на удобство работы с ним, а не на банковские продукты. В значительной степени это касается молодого поколения, которое в настоящий момент становится финансово активным. И как никогда актуальной является фраза Билла Гейтса: «Миру нужны банковские услуги, но не сами банки». Поэтому большинство банков в борьбе за клиента все чаще предлагают клиентам смежные продукты, которые требуют обновления и поддержки ИТ-платформ: страховые и инвестиционные услуги, программы бонусов и скидок, сервисы путешествий (рис. 2) [1].

Более того, банкам в современном цифровом мире становится все сложнее обслуживать клиентов. Это связано с тем, что современные покупатели более продвинуты в технологическом плане. Они активно используют цифровые каналы коммуникации (мессенджеры, чат-боты), более требовательны к собственному комфорту (не будут «стоять в очереди» за той или иной услугой). Потребители ищут персонализированного, особого к себе отношения.

Компания Naumen 24 октября представила результаты исследования российских банков по качеству и доступности сервисов контакт-центров, а также на сколько активны кредитные организации в мессенджерах и соцсетях в 2019 году [2]. В сентябре были изучены колл-центры 142 крупнейших российских банков. В результате исследования отечественные банки по многим показателям диджитализации не только смогли догнать, но и перегнали Великобританию и США. Например, колл-центры банков показали высокую скорость обслуживания клиентов. Среднее время ожидания на «горячей линии» в России составляет около 40 с. Отметим, что в небольших банках оператор отвечает за 20 с и быстрее, а в Великобритании и США среднее время ожидания ответа составляет 41 с. В российском банке средняя продолжительность звонка в колл-центр равна 3,75 мин., в то время как в Великобритании и США она составляет более 6 мин. В колл-центре российского банка получить ответ на несложный вопрос с первого раза возможно в 96 % случаев, при этом голосовые роботы (IVR-боты) обрабатывают только 2 % звонков (рис. 3).

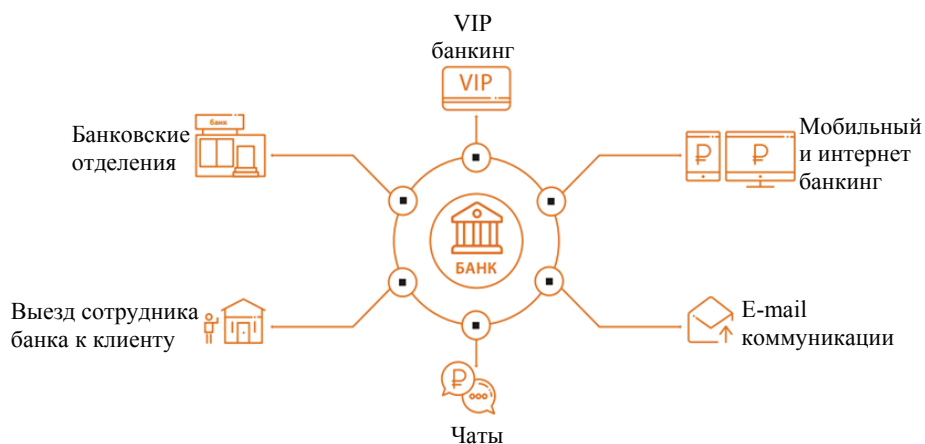


Рис. 2. Интерфейсы коммуникаций банка

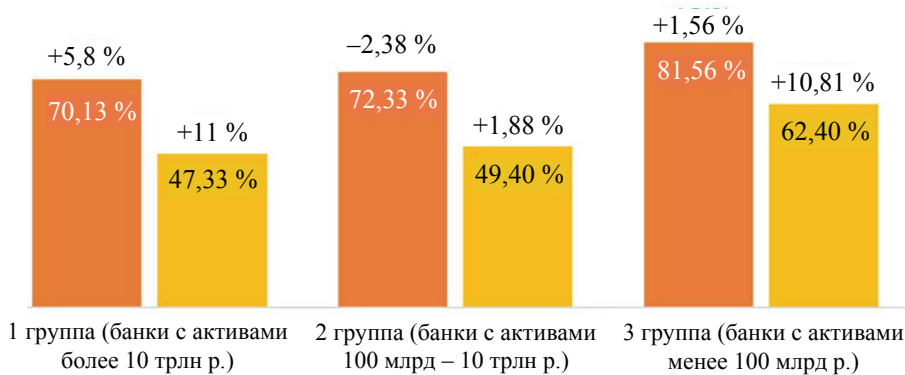


Рис. 3. Время ожидания ответа оператора контакт-центра банка 2019
(исследование Naumen):

■ – доля звонков, принятых до 90 с; ■ – соединение до 20 с

Среди 142 российских банков с наибольшим объемом чистых активов наиболее популярный цифровой канал для консультации клиентов – социальная сеть «ВКонтакте» (ее используют 45 % банков), на втором месте сеть Facebook (35 %). Отвечать на вопросы клиентов в соцсети «Одноклассники» готовы только 11 % банков. Охват различных мессенджеров российскими кредитными организациями невысок – около 5 % банков готовы общаться с клиентами в WhatsApp, Telegram или Viber. По данным исследования, из 142 обследованных российских банков лишь у 12 есть в цифровых каналах чат-боты (всего 20 чат-ботов) (рис. 4). Директор по маркетингу департамента контактных центров и роботизированных систем компании Naumen Михаил Черешнев указал, что только 20 % из них смогли продемонстрировать действительно интеллектуальный подход, а 30 % чат-ботов банков не обладают интеллектом в принципе и, по своей сути являются текстовыми версиями IVR-ботов. Также отметил, что «Социальные сети Instagram и Одноклассники, которые довольно популярны в России, оказались менее востребованным каналом коммуникации среди банков. В первом случае, это может объясняться форматом соцсети: в фокусе контент, а не общение, во втором – небольшим спросом на взаимодействие через этот канал со стороны аудитории» [2].

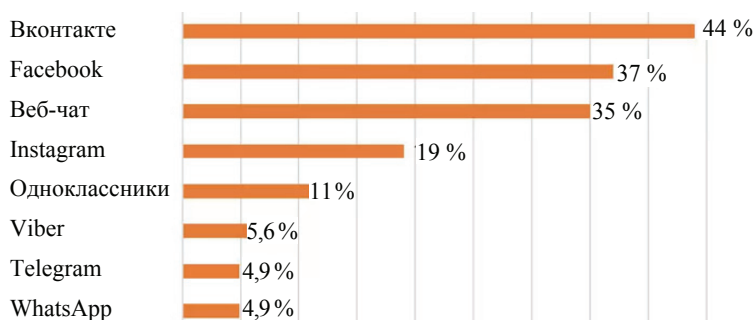


Рис. 4. Доля банков, которые консультируют клиентов в частном порядке
(исследование Naumen)

Кредитные организации признают, что развитие дистанционных банковских сервисов позволяет сократить расходы. Например, в АО «Тинькофф Банк» указали, что чат-боты обрабатывают 35 % обращений в текстовом канале клиентской поддержки. Экономия составляет 50 млн р. ежемесячно. Поэтому банк намерен существенно расширить их использование в будущем.

В то же время некоторые вопросы роботам не решить. Директор по цифровому бизнесу АО «Альфа-Банк» Иван Пятков отметил, что «Взаимодействие в дистанционных каналах не может полностью заменить общение с банком в случае действительно сложных продуктов. Человек так устроен, что решать важные вопросы ему гораздо комфортнее с глазу на глаз с сотрудником банка».

Согласно данным Gartner, в 2020 году клиентский сервис для потребителя по своей значимости может обогнать качество и цену самого продукта. Для 50 % бизнес-клиентов обслуживание будет важнее, чем сам продукт.

На рисунке 5 представлена схема получения банковской услуги, из которой видно, что через некоторое время на клиента сваливается поток информации от банка из различных каналов коммуникации, причем каждый из них, независимо друг от друга, пытается решить поставленный клиентом вопрос [3]. Такой нескоординированный формат взаимодействия безусловно вызывает раздражение, а также излишне дублирует ресурсы всех операторов. До тех пор пока различные каналы коммуникации никак не связаны между собой, банк будет работать вслепую.

Оmnikanальная коммуникация построена таким образом, что ни одну зацепку от клиента, которая ведет к потенциальной продаже, банк не оставит без внимания.

Что же такое omnikanальность? Omnikanальность – единая коммуникационная среда для банка и его клиентов, которая позволяет свободно переключаться между каналами взаимодействия (голос, смс, эл. почта, онлайн-чаты, мессенджеры) и формировать единую историю запросов клиентов с последующими покупками банковских услуг [3].

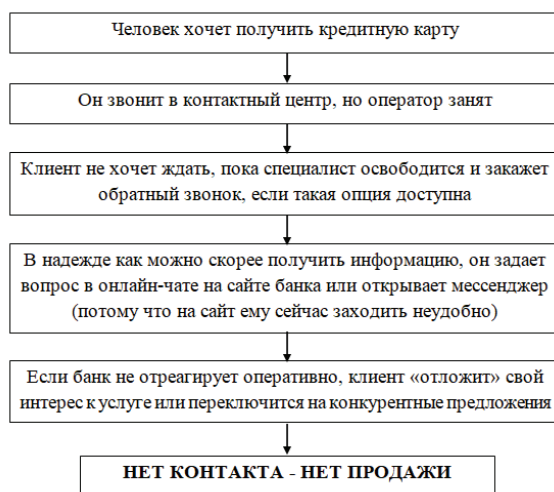


Рис. 5. Схема получения банковской услуги

В таблице 1 представлены основные отличия омниканальности от мультиканальности. Таким образом, мультиканальность – использование различных каналов коммуникации (почта, голос, чат-боты на сайте и в мобильном приложении, смс, мессенджеры), омниканальность – возможность связать все эти каналы в единую «бесшовную» систему [3].

Согласно исследованию Naumen 2019, самыми омниканальными банками являются ПАО КБ «Восточный» и «Уральский банк реконструкции и развития», где обслуживание ведется по 7 различным каналам, а качество консультаций составляет соответственно 87,45 и 88,5 %. На третьем месте АО «Райффайзенбанк» (6 каналов обслуживания и качество консультаций 91,05 %). По лучшему обслуживанию в социальных сетях (ВКонтакте, Facebook, Одноклассники, Instagram) на первом месте ПАО «МТС-Банк», далее идут ПАО «Банк Зенит», ПАО КБ «Центр-инвест», АО «Тинькофф Банк» и ПАО КБ «Восточный». Лидерами по обслуживанию в мессенджерах (Viber, Telegram, WhatsApp) являются такие банки, как АО «Райффайзенбанк», АО КБ «ФорБанк», АО Банк «Национальный стандарт» – качество консультаций соответственно 91,6; 74,95 и 61 %.

Преимущества омниканального банкинга следующие: общая история клиента для персонализированного сервиса; увеличение качества обслуживания и уменьшение нагрузки на персонал; возможность осуществлять контроль эффективности каналов и оценивать качество работы операторов; уменьшение издержек на обучение и использование новых каналов обслуживания, привлечение новых пользователей и, как следствие, пополнение базы новыми клиентами.

Российские банки не планируют останавливать свои инвестиции в развитие омниканальности и комплексности предоставляемых услуг. Еще в 2014 году АО «Тинькофф Банк» выбрал компанию Webim для подключения текстовых каналов. В 2018 году Webim выпустил омниканальное решение для банков. Онлайн-чат Webim позволяет сделать контактный центр в банке омниканальным. В одном рабочем месте операторы будут получать и отвечать из социальных сетей, мессенджеров, чата на сайте и чата в мобильном приложении. В чат можно встроить чат-бота, который будет автоматически отвечать на типовые вопросы клиентов, а если он не поймет вопрос, он переведет его на оператора. Webim сотрудничает с такими банками как АО «Банк Русский Стандарт», «Тинькофф Банк», «Райффайзенбанк» [4].

Таблица 1

Свойства омниканальности и мультиканальности

Омниканальность	Мультиканальность
Все возможные каналы	Несколько каналов
Данные коммуникации с клиентом интегрируются в единый профиль клиента и в каждом канале «знают» всю историю его прошлых обращений	Коммуникация обрабатывается при переходе с канала на канал, клиенту приходится на каждом канале пересказывать суть своего обращения
Единый стандарт клиентского обслуживания во всех каналах	Разный клиентский опыт и дизайн в каждом из каналов
Лояльность к банку	Лояльность к самому удобному каналу, а не к банку

ПАО «Сбербанк» и «Промсвязьбанк» не первый год сотрудничают с компанией LiveTex. Омниканальный банкинг LiveTex – это система для эффективной поддержки клиентов в современных каналах связи. Помогает финансовым организациям привлекать больше целевых обращений, сокращать издержки на обслуживание, повышать лояльность и вовремя анализировать качество сервиса [5].

Член правления Банка ВТБ (ПАО) Валерий Чулков отметил, что цифровизация является стратегической задачей ВТБ – в течение трех лет ВТБ намерен предоставить омниканальный сервис для физических лиц, в том числе в устройствах самообслуживания, и планирует объединить в своих цифровых сервисах все каналы коммуникации вместе с единой историей обращений и покупок клиентов.

В рамках Форума инновационных финансовых технологий FINOPOLIS 2019 член правления ПАО Банка «ФК Открытие» Сергей Русанов отметил, что одна из основных задач ИТ-стратегии на 2020 год – запуск новых сервисов для создания омниканального клиентского опыта.

Российские банки намерены глубже погружаться в цифровое пространство, однако, специалисты по информационной безопасности говорят о росте риска мошенничеств – общение через цифровые каналы сильно упрощает жизнь мошенникам. Чем больше имеется у клиента возможностей в отношении действий через различные каналы и устройства, тем больше появляется дыр в безопасности. Естественно имеются способы как их закрыть. Но выход в интернет всегда связан с рисками, поэтому время и стоимость исполнения решений с учетом требований безопасности довольно высоки.

Омниканальный принцип взаимодействия банка с клиентами является наиболее перспективным. Развивая его путем наращивания различных сервисов, увеличения лояльности к клиенту, расширения спектра предложений, кредитные организации смогут укрепить свою репутацию, а также нарастить базу клиентов. Это позволит лучше понимать симпатии и потребности клиентов, что, в свою очередь, будет влиять на конкурентоспособность российских банков.

Список литературы

1. Эволюция взаимодействия с клиентом выбор интерфейса. – Текст : электронный. – URL : <https://docplayer.ru/106960213-Evoluciya-vzaimodeystviya-s-klientom-vybor-interfeysa.html> (дата обращения: 09.02.2020).
2. NAUMEN назвал самые популярные цифровые каналы для общения банков с клиентами. – Текст : электронный // NAUMEN : офиц. сайт. – URL : <https://www.naumen.ru/events/news/3930/> (дата обращения: 07.02.2020).
3. Песоцкий, Д. Омниканальность в банке – это про бизнес. – Текст : электронный / Д. Песоцкий. – URL : <https://vc.ru/services/46897-omnikanalnost-v-banke-eto-pro-biznes> (дата обращения: 07.02.2020).
4. Webim : офиц. сайт. – URL : <https://webim.ru/> (дата обращения: 09.02.2020).
5. Омниканальный банкинг. – Текст : электронный // LiveTex : офиц. сайт. – URL : <https://livetex.ru/industry/finance/> (дата обращения: 09.02.2020).

References

1. <https://docplayer.ru/106960213-Evolyuciya-vzaimodeystviya-s-klientom-vybor-interfeysa.html> (accessed 09 February 2020).
 2. <https://www.naumen.ru/events/news/3930/> (accessed 07 February 2020).
 3. <https://vc.ru/services/46897-omnikanalnost-v-banke-eto-pro-biznes> (accessed 07 February 2020).
 4. <https://webim.ru/> (accessed 09 February 2020).
 5. <https://livetex.ru/industry/finance/> (accessed 09 February 2020).
-

Omni-Channel Banking as a Global Trend in Banking Computerization

O. A. Kovaleva, O. A. Povernova, D. V. Olifirenko

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: omnichannelism; indicators of digitalization; digital banking.

Abstract: The reasons for the low transition to digital banking in Russia are considered. The behavioral features of Russian banking clients, bank communication interfaces are presented. The results of a study of domestic banks on various indicators of digitalization are analyzed. The main differences between omni-channel and multichannel are noted. The properties, advantages and problems of omni-channel communication in banks are summarized. It is established that the omni-channel principle of interaction between the bank and customers is the most promising.

© O. A. Ковалева, O. A. Повернова,
Д. В. Олифиренко, 2020

Психология и педагогика

УДК 372.881.111.1

DOI: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.115-125

**THE ANALYSIS OF NON-VERBAL MEANS
OF COMMUNICATION AND ITS ROLE
IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING**

E. Yu. Voyakina, I. E. Pyina

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Reviewed by Doctor of Philology, Professor N. Yu. Borodulina

Keywords: foreign language teaching; gesture; gesture frame; language manifestation; non-verbal means of communication; optional and obligatory frame components; situational models.

Abstract: Non-verbal communication and linguistic means of its representation became the subject of numerous studies from the point of pragmalinguistics, axiology, the frame approach and foreign language methodology. The article discusses the approach to the analysis of the speech representation of non-verbal means of communication within the gesture framework emphasizing the metalanguage nature of non-verbal means of communication, as well as highlights the problem of teaching non-verbal tools in the foreign language classroom. Various factors which influence the body language, such as culture, individual characteristics of a person, etc. are established. The linguistic means features of hand gestures are analyzed in the dialogical speech of literary personages from the point of pragmalinguistics, their system-forming, lexico-semantic and communicative-pragmatic properties. Obligatory and optional components of the gesture frame are described. The situational models, which are the basis for studying the non-verbal part of communication process in a dialogical discourse, are analyzed. Tasks on training non-verbal communication skills in a foreign language classroom are considered.

Воякина Елена Юрьевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», e-mail: Voyackina.elena@yandex.ru; Ильина Ирина Евгеньевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Introduction

The communicative nature of speech activity predetermines its bilateral character. Human speech activity is designed to transfer some specific amount of information to another person who is supposed to respond by receiving this information. Thus, a mutual speech process arises where co-operation, assistance and complicity are viewed as important components.

Speech communication involves a complex set of personal funds, including non-linguistic funds, which plays an important role in the communication process. Being historically the first form of human communication, non-verbal communication is a type of interaction between people without verbal means which allows not only to diversify and complement verbal communication, but also to replace it in some situations. The necessary information can be obtained not only through linguistic, i.e. verbal, means of communication, but also using non-verbal tools which sometimes become the only possible means of communication.

Non-verbal communication is determined by the social norms of society. Excessive and friendly gestures are unlikely to be appropriate in the official circumstances; rather, communicants will use special non-verbal means. And only thanks to involuntary gestures we can determine the real intention of the sender and the recipient, as well as their true emotional state.

Mastering non-verbal language is essential not only for understanding an interlocutor but for the formation of learners' inner world and their attitude towards native speakers, their culture, their mindset and communicative behavior. Therefore, foreign language students should be aware of non-verbal means of communication and their correspondence to their language representation and the content of the transferred information which is one of the important components of the communication culture.

Literature review

Nowadays non-verbal communication has become the subject of research in both traditional and developing linguistic areas such as semiotics, pragmalinguistics, sociolinguistics, psycholinguistics, etc. In modern linguistics the trend towards the study of the correlation between the language and the kinetic phenomena that accompany speech is increasing. Therefore, the study of non-verbal means of communication, which refers to kinesics, i.e. the science of gestures, gesture movements and gesture systems, has been put into the spotlight of linguists. To identify any completed (having a certain structure, method of execution and sustainable value) and independent gesture movement we will refer to the term "kinema" given by E.M. Vereshchagin and V.G. Kostomarov [1].

The structure of the non-verbal communication is represented as the interaction of three hierarchical plans: the expression plan (exponential plan), the translation plan, and the content plan (contensive plan).

The expression plan for the non-verbal component is represented by various non-verbal means of manifesting the meanings of the intersubjective interaction. These include: phonation, kinesics, proxemics (along with tactile communication), postures, etc.

The translation plan allows the communicants to encode and decode the meanings of non-verbal actions determining the communicative situation. With the help of these factors, it is possible to adequately determine the meaning of nodding from the Russians and Bulgarians or giving honor at a military school.

The content plan of non-verbal components is represented by its communicative-functional (pragmasemantic) structure. It is comparable with the plan of the content of the statement and discovers all the basic components of the semantic and communicative-pragmatic structure.

The verbalization of non-verbal communication components is described as a designation of features of one semiotic system (non-verbal system of signs) by means of another semiotic signs (language system) [2, p. 57]. The sender of the verbal message has the ability to choose the means of language manifestation of non-verbal actions.

In the process of communication, the important information is viewed as positonic activity. The psychodynamic characteristics and personal characteristics of a man are clearly manifested in the specificity of poses as well as in the dynamics of their changes. Cognitive tonic expressions of the personality character serve as the visible language through which nonverbal dialogue takes place.

The use of different language tools for the manifestation of non-verbal actions allows to specify their content, which communicatively refers to a particular act. A feature of the linguistic manifestation of non-verbal means of communication is that, in addition to formally significant signs, linguistic means also convey subjectively evaluative, emotional, pragmatic interpretations of them. This allows to provide not only compensation for possible losses, but also semantic "increment" [2, p. 18].

A lively direct interest in pragmalinguistics, in particular in the problem of non-verbal communication, is quite logical these days because the linguistic study of speech facts cannot be isolated from the communicative situation, communicative intentions of the speaker and the listener. The center of the utterance lies in the interaction of the sender and the recipient of the communicative message. "On the part of the speaker, this interaction is limited to the implementation of the message in speech, as well as its facial expressions and gestures, while on the part of the listener, it is the processing of the received information" [3, p. 173]. In our opinion, it is necessary to distinguish between cases when the speaker expressing a certain idea has in mind exactly what he is saying, from cases where the statement is implicit in nature and can only be revealed through the process of explication. In the first case, as noted by J.R. Searle, "the speaker seeks to influence the listener and encourage him to recognize this intention based on the knowledge of the listener about the rules that underlie the production of statements" [4, p. 16]. In cases of implicit expression of the speaker's thoughts, the content of the statement can be perceived ambiguously. The means of language manifestation of hand gestures are of great interest in connection with their special "metalanguage character". By using non-verbal means of communication, one can convey his attitude to objects, phenomena or people.

Non-verbal communication components can be represented in the language as polysemic. In such cases, "the context is intended to remove any polysemy, to fix one or another real meaning of a unit" [5, p. 5]. T.A. van Dijk

distinguishes the concepts of “situation” and “context”: “The situation is a real state of affairs where a communicative event takes place, while the context includes only linguistically relevant characteristics of the communicative situation” [6, p. 30].

In the communication process verbal and non-verbal tools are integrated and interact with each other. Non-verbal means of communication such as intonation, gestures, facial expressions and their language manifestation transfer information about the individual characteristics of a person, his emotional state, etc.

In our opinion, analyzing linguistic means of hand gesture manifestations and identifying the mechanism of language representation of non-verbal means of communication in the dialogical discourse through the framework approach seems to be promising.

The structure of the gesture frame

Generally, in the theory of communication and cognitive science frames are considered as the minimum information structures which a person needs to represent a group of objects, phenomena, or processes. A frame depicts the basic properties of an object or phenomenon. The gesture frame is represented as a unity structure of knowledge, which describes the similarity and differences of language tools for gesture manifestation.

As for its structure, the gesture frame can be presented as a set of obligatory components and optional components (the last are called slots). The activation of these components allows to simulate a lot of different situational models. Obligatory components of the gesture frame form a cognitive-propositional scheme, thus representing any situation associated with the use of a gesture. The obligatory and optional components are closely connected with each other within the gesture frame.

The general gesture frame includes the following obligatory components:

- 1) the subject (the communicant);
- 2) the predicate (the verb describing the gesture);
- 3) the method / tool (a hand or hands).

The obligatory components of the gesture frame can be described as fixed. Any situation where hand gestures are used, suggests the presence of a subject, a predicate and a method of using a gesture. A person or a group of people act as the subject of the gesture frame.

The optional components of the frame include:

- 1) the quality of a gesture;
- 2) the reason for using a gesture;
- 3) the purpose of attracting a gesture;
- 4) the object that a gesture is aimed at;
- 5) the gesture function in terms of its interaction with a verbal message: addition, contradiction, substitution, confirmation.

Using the same language devices for gesture representation in different situational models can be explained by the so-called “perceptiveness” when only some components are activated and put into the centre of the speaker’s attention depending on the purpose of the communication.

The gesture frame has a flexible structure, which means that the ratio of its components can be rearranged when a person focuses his attention on another part of the frame. Thus, the division of gestures according to their language manifestation requires knowledge of various gesture types and their characteristics, knowledge of the purpose and reasons for using the gesture. All these features supplement the gesture frame and are verbalized in communication in different ways depending on what frame component is put into the focus.

In the frame structure motivating elements can be distinguished which are usually represented as optional components (slots) as they often specific a gesture in a situational model separating them from the rest of components belonging to one semantic field.

At the same time, E.A. Schegloff noted that hand gestures usually refer to the speaker. It can be explained by the fact that the addressee usually does not involve hand gestures in the communication process. Therefore, we can distinguish the sender gestures and the addressee gestures including their language manifestation in the process of communication. Moreover, inside the groups there can be further distribution of gestures which are aimed at the speaker himself and at the addressee of the utterance.

Situational models of the hand gesture frame

The “waving hand” gesture is verbalized by the noun “hand” in the singular and plural and the verb “wave”. The quality of the gesture as one of the optional components of the frame is contained in the semantics of the verb, i.e. the multiplicity and frequency of action.

In this group three situational models of the gesture are possible.

1. K₁-I-K₂-G (E)

In this situational model the communicant (K₂), having received information (I) from the communicant (K₁) non-verbally (G) expresses emotions (E). In this situational model the motivating component of the frame is the reason for using a non-verbal tool, in particular the emotional state of the gesticulating person.

The gesture can be manifested by the verbal phrase “wave hands” and its meaning “joy” is decoded by the communicative context. Determining factor here is the interaction of people who have close relationship and this gesture shows their emotions. The frame can be specified due to the representation of the optional component – the reason (the arrival of relatives) which is revealed contextually:

And suddenly [Manyushka] waved her hands:

– My mother, why am I losing my mind with joy? Dunyarka, put the samovar as soon as possible and run into the shop – buy pretzels! [7, p. 52].

Gestures can describe a person’s emotional state showing the expressiveness of the speech and conveying the emotional state of the addressee, his personal attitude to the content of his utterance. The emotional state of the communicant, which is determined by the language manifestation of the gesture “waving hands”, can serve as a reason for using this non-verbal means.

2. K₁-I-K₂-V+G (R)

The communicant (K₁) sends information (I) to the communicant (K₂) which verbally (V) and non-verbally (G) expresses its relationship (R) to what has been said or done.

In this situational model the frame structure is made up of three optional components: the gesture quality, the reason for using the gesture which is manifested in the emotional state of the subject, and the purpose of using the gesture, i.e. expressing the attitude to what is happening.

The gesture verbalized by the expression “waved his hands” attracting a communicative context represents the purpose of using the gesture (disagreement) and the reason (the emotional state of the addressee, i.e. fright):

– *Take away your present. I will not take it...*

– *Why? – the doctor said fearfully.*

– *Because ... My mother, clients come here ... and the servants are ashamed.*

– *No, no, no ... You dare not refuse! – the doctor **waved his hands**. – This is disgusting on your part! This is the art thing ... how much movement in it ... expression ... And I do not want to discuss it! It's offensive to me!* [8, p. 295].

The purpose of using the following gesture acts as the motivating component of the frame which is revealed contextually. The gesture of waving hands in example (1) expresses consent while in example (2) – prohibition”:

(1) – *I ... it may look like imposture ... but if the local committee doesn't mind, I'd like to be Santa Claus ... But, if they do not trust me, then ...*

– *Oh, what are you saying! – the chairman of the local committee **waved his hands** having regained consciousness. – What are we talking about? On the contrary ... Comrades, who is for Vadim Petrovich? Unanimously* [9, p. 90].

(2) *Makar moved to look at his son, but the sister [nurse] **waved her hands**:*

– *Where are you going! The child will be frightened ...* [10, p. 14].

The quality of the gesture plays a determining role in the formation of the exponential plan of the kinema and allows to distinguish between the means of the gesture verbalization.

In English the gesture of spreading hands is verbalized by the phrase “to spread one's hands”. The language manifestation of this gesture includes the circumstance “wide”, which clarifies the quality and exponential plan of the gesture:

“I would like you to go to a hotel in Zurich and spend the night and come to see me in the morning.”

*Doctor Dohmler **spread his hands wide*** [11, p. 159].

The content plan of kinema can be verbalized by means of language manifestation of a gesture, e.g. the expression “poke one's hand to the side” includes the emotionally marked verb “to poke” and represents the neglect of the sender to the recipient of the utterance:

*The contractor glanced at Galya and Oksana and **poked her hand** in their direction* [7, p. 200].

The content plan of the gesture can be explicated by circumstances that are part of the language manifestation of hand gestures. The gesture of splashing hands is verbalized in Russian with the expression “to splash one's hands”. The circumstance “sad”, which is part of the language manifestation of this gesture, explicates the emotional state of the communicant (grief):

Zoe splashed her hands moaning in a crying voice:

– *God, Makar, why should I look into their eyes? Never, never!* [12, p. 97].

In German the waving gesture is manifested by the verb “abwinken”. The circumstance “mißmutig” (displeased), which is part of the language representation of this gesture, clarifies the emotional state of the communicant (discontent):

Ich winkte mißmutig ab: “Mir würde es auch großartig gehen, wenn ich mehr verdiente. Stell dir vor, zwei ganze Fünfzigpfennigfuhrer heute” [10, p. 288].

The composition of the language manifestation of hand gestures, as a rule, includes the designation of the hand and the verb that describes the action. The analysis allowed to reveal some examples where the part of the body by which the action is performed was indicated, e.g. the phrasal verb “to wave away”, the verbalizing gesture “to wave one’s hand”, the verbs “applaudieren”, “to applaud”, “to clap” implicitly clarify the indication of the gesture being made by means of the hand / hands.

3. K-V+G

The communicant (K) supplements the verbal utterance (V) with a nonverbal means (G) to strengthen what was said. The purpose of using the gesture is the motivating component of the frame in this situational model.

The verbalization of the gesture, in addition to the expression “waved his wound hand”, may include various definitions and circumstances for the explication of the intense plan of the kinema. Thus, the definition of “wound” fills the slot “gesture quality”. The meaning of the gesture “confirmation of what was said” is specified contextually:

Zoe exclaimed scarily:

– *Oh, what happened, Oleksan?*

Oleksan waved his wound hand, smiled wryly:

“Nothing serious, I just cut it ... The jams were cut with a sickle, my hand was hurt”. Trivia, it will heal soon [12, p. 20].

The frame structure in the following example is presented by four optional components in addition to the obligatory components:

– the quality of the gesture:

1) multiple actions;

2) the hand as the working part of the body;

3) the direction of the movement;

4) the reason for attracting non-verbal means of communication (communicants are separated by a distance);

– the purpose of using the gesture (attracting attention);

– the object that the non-verbal action is directed at.

Moreover, the quality of the gesture depends on the purpose and reason for using a non-verbal tool.

In English this gesture is manifested in linguistic form with the verb “to wave” in the meaning “wave one’s hand”. The meaning of the “goodbye” kinema is determined by the communicative context:

She [Rebecca] waved him [her husband] an adieu from the window [13, p. 320].

Thus, the considered gesture meaning can be defined not just by its linguistic representation but with the help of contextual characteristics. Verbalization of gestures always shows the attitude of the sender and the recipient of the utterance to each other. It is revealed in the degree of their acquaintance and the frequency of using gestures towards each other, their ages, gender and social statuses, e.g. colleagues often shake hands when meeting in the morning but family members who live together in one house do this rarely.

Teaching non-verbal means of communication

Interacting with other people and entering the communication process a person satisfies his needs. This generates the speaker's need to transfer and share information [14, 15]. Taking into consideration the situation of teaching a foreign language, it is important to deal with knowledge of national culture already at the initial and secondary stages of the language acquisition. Thus, for creating a communicative situation the teacher should make a careful selection of the teaching material, including non-verbal content, considering the studied foreign language as a guideline for establishing the dialogue with native speakers.

Non-verbal content in teaching a foreign language includes the use of such non-verbal means of communication as:

- paralinguistic (intonation modes and tempo-rhythmic features of speech);
- proxemic (moving around the classroom);
- extralinguistic (sighing, crying, laughing);
- kinesic (using gestures, mimics, facial expressions).

Using non-verbal content in foreign language teaching makes the learning process more productive as situational models describe natural communicative situations, everyday speech activity.

The selection of the non-verbal content should be made according to the principles cognitive value since it is necessary to select the teaching material depending on the learners' level of the language training, provide communicative situations connected with the learners' life or professional experience, thus motivating them and stimulating their learning activity.

Non-verbal means of communication help foreign language students cope with various communicative situations and build their own communicative behaviour when talking to native speakers, understand them and quickly perceive social norms used in the society.

Speaking about exercises aimed at developing non-verbal communication skills in a foreign language, a complex of tasks can be offered. At the beginning and pre-intermediate level of the language training these tasks usually include knowledge of the cultural information. Communicative movements and gestures which are closely connected with the speech message are sometimes different in the students' mother tongue and the studied foreign language. For example, during the lesson the teacher can teach students counting on fingers performing the gesture correctly (in Germany they bent fingers of the left hand starting with the thumb and unbent by the fingers of the right hand, while in the Russian gesture we start with the little finger). Another example is attracting the

teacher's attention in the lesson – when a Russian student wants to answer a question he raises his hand, while a German student raises two fingers. Thus, non-verbal behavior is communicatively and nationally determined.

Tasks on training non-verbal communication skills can be distinguished into three groups:

1) grammar, phonetic, intonation tasks (visual tasks using fingers, hands and body language), e.g. explaining or describing something without using words, playing the game “The broken phone” when students whisper some sentence to each other and the last student should repeat it aloud, etc.;

2) comprehension tasks (tasks on developing language conjecture), e.g. playing different visual games, pantomimes, using pictures and trying to guess the emotional state or character traits of people, etc.;

3) tasks on using gestures as a cultural sign, e.g. greeting and goodbye communicative situations taking into account personal space between speakers, imitation games employing images of Russian, English and German native speakers, etc.

These tasks not only teach students non-verbal communication and introduce cultural information, but also develop their teambuilding skills and remove the language barrier during foreign language communication.

Conclusion

Thus, teaching students non-verbal content is important not only for productive communication but also for enriching their inner world and developing their socio-cultural competence since ignorance or failure to use the rules of gestures and other non-verbal tools of the studied language leads to serious misunderstanding or even conflicts.

The frame approach to the analysis of the language representation of hand gestures and the identification of situational models made it possible to reflect the means of the language manifestation of gestures in the dialogical discourse. The study of non-verbal means of communication reveals the character's participation in creating his image, i.e. to establish what belongs to the personage himself and what comes from the narrator. The allocation of the frame structure and situational models in the characters' dialogues help understand the character's image and makes it possible to more accurately determine the intention of the author of the text.

The means of non-verbal communication hide a large amount of information, including the deep cultural layer which reflects the speaker's mentality and the intellectual operations performed by him. Thus, a good command of the natural language implies not only the ability to use language nominations as elements of a verbal semiotic code, but also the ability to recognize the gestures behind them by language manifestations. The conducted analysis allowed us to state that even generally recognized gestures can easily change their meaning or acquire additional meanings. In this regard it is also important to note that different gestures can be compatible, e.g. the use of concomitant gestures, which can significantly affect the whole communication process.

References

1. Vereshchagin Ye.M., Kostomarov V.G. *Yazyk i kul'tura* [Language and Culture], Moscow: Indrik, 2005, 1040 p. (In Russ.)
2. Dement'yev A.V. *PhD Dissertation (Philological)*, M., 1985, 215 p. (In Russ.)
3. Popova Z.D., Sternin I.A. *Obshcheye yazykoznanie* [General Linguistics], Voronezh: Istoki, 2004, 208 p. (In Russ.)
4. Serl' Dzh.R. *Novoye v zarubezhnoy lingvistike* [New in foreign linguistics], Moscow: Progress, 1986, issue XVII, pp. 195-222. (In Russ.)
5. Dijk van T.A. *Studies in Pragmatics of Discourse*, The Hague: Mouton, 1981, 30 p.
6. Zhelezanova T.T. *Semanticheskiye aspekty nominatsii paralingvisticheskikh yavleniy* [Semantic aspects of the nomination of paralinguistic phenomena], Moscow: MGPIIYA, 1982, 29 p. (In Russ.)
7. Gladkov F.V. *Vol'nitsa: povest'* [Volnitsa: a novel], Moscow: Khudozhestvennaya literatura, 1951, 552 p. (In Russ.)
8. Chekhov A.P. *Rasskazy. «Yubiley»* [Stories. "Anniversary"], Moscow: Sovetskaya Rossiya, 1985, 384 p. (In Russ.)
9. Rekemchuk A.Ye. *Istok i ust'ye: rasskazy i roman* [Source and mouth: stories and novel], Moscow: Sovremennik, 1977, 445 p. (In Russ.)
10. Remarque E.M. *Drei Kameraden*, Moscow: Verlag fur fremdsp. Literatur, 1963, 462 p.
11. Fitzgerald F.S. *Tender is the Night*, Moscow: Raduga Publishers, 1983, 400 p.
12. Krasil'nikov G.D. *Oleksan Kabyshev: roman* [Oleksan Kabyshev: novel], Izhevsk: Udmurtiya, 1973, 362 p. (In Russ.)
13. Thackeray W.M. *Vanity Fair*, Moscow: Foreign Languages Publishing House, 1950, part II, 378 p.
14. Passov Ye.I. *Kommunikativnyy metod obucheniya inoyazychnomu govoreniyu* [Communicative method of teaching foreign language speaking], Moscow: Prosveshcheniye, 1991, 223 p. (In Russ.)
15. Ter-Minasova S.G. *Yazyk i mezhkul'turnaya kommunikatsiya: uchebnoye posobiye* [Language and intercultural communication: a study guide], Moscow: Slovo/Slovo, 2000, 262 p. (In Russ.)

Список литературы

1. Верещагин, Е. М. Язык и культура / Е. М. Верещагин, В. Г. Костомаров. – М. : Индик, 2005. – 1040 с.
2. Демет'ев, А. В. Семантико-функциональные аспекты кинематических речений в современном английском языке : дис. ... канд. филол. наук : 10.02.04 / Демет'ев Александр Викторович. – М., 1985. – 215 с.
3. Попова, З. Д. Общее языкознание / З. Д. Попова, И. А. Стернин. – Воронеж : Истоки, 2004. – 208 с.
4. Серль, Дж. Р. Косвенные речевые акты / Дж. Р. Серль // Новое в зарубежной лингвистике. – М. : Прогресс, 1986. – Вып. XVII. – С. 195 – 222.
5. Dijk van, T. A. Studies in Pragmatics of Discourse / T. A. van Dijk. – The Hague : Mouton, 1981. – 30 p.
6. Железанова, Т. Т. Семантические аспекты номинации паралингвистических явлений / Т. Т. Железанова. – М. : МГПИИЯ, 1982. – 29 с.
7. Гладков, Ф. В. Вольница : повесть / Ф. В. Гладков. – М. : Художественная литература, 1951. – 552 с.
8. Чехов, А. П. Рассказы. «Юбилей» / А. П. Чехов. – М. : Сов. Россия, 1985. – 384 с.

9. Рекемчук, А. Е. Исток и устье : рассказы и роман / А. Е. Рекемчук. – М. : Современник, 1977. – 445 с.
10. Remarque, E. M. Drei Kameraden / E. M. Remarque. – М. : Verlag fur fremdsp. Literatur, 1963. – 462 p.
11. Fitzgerald, F. S. Tender is the Night / F. S. Fitzgerald. – М. : Raduga Publishers, 1983. – 400 p.
12. Красильников, Г. Д. Олексан Кабышев : роман / Г. Д. Красильников. – Ижевск : Удмуртия, 1973. – 362 с.
13. Thackeray, W. M. Vanity Fair / W. M. Thackeray. – М. : Foreign Languages Publishing House, 1950. – Part II. – 378 p.
14. Пассов, Е. И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению / Е. И. Пассов. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 1991. – 223 с.
15. Тер-Минасова, С. Г. Язык и межкультурная коммуникация : учеб. пособие / С. Г. Тер-Минасова. – М. : Слово/Slovo, 2000. – 262 с.
-

Анализ невербальных средств коммуникации и его роль в преподавании иностранного языка

Е. Ю. Воякина, И. Е. Ильина

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Ключевые слова: преподавание иностранного языка; жест; жестовый фрейм; языковая манифестация; невербальные средства коммуникации; факультативный и обязательные компоненты фрейма: ситуационные модели.

Аннотация: Рассмотрен подход к анализу речевого представления жестов рук в рамках жестового фрейма, где подчеркивается метаязыковой характер средств невербальной коммуникации, а также поднимается вопрос обучения средствам невербальной коммуникации на занятиях по иностранному языку. Установлено, что на язык тела влияют различные факторы, такие как культура, индивидуальные особенности человека и т.д. Проанализированы средства лингвистической репрезентации жестов рук в диалогической речи персонажей литературных произведений с точки зрения прагмалингвистики, их системообразующих, лексико-семантических и коммуникативно-прагматических свойств. Дано описание обязательных и дополнительных компонентов жестового фрейма. Дан анализ ситуационных моделей, являющихся основой изучения невербальной части общения в диалогическом дискурсе. Рассмотрены задания на отработку навыков иноязычной невербальной коммуникации.

© Е. Ю. Воякина, И. Е. Ильина, 2020

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ СРЕДСТВАМИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Р. Р. Мирзоев, Б. Р. Кодиров

*Таджикский государственный университет коммерции,
г. Душанбе, Республика Таджикистан;
Филиал ФГБОУ ВО «Воронежского государственного
технического университета» в г. Борисоглебске,
г. Борисоглебск, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор Е. А. Кудрявцева

Ключевые слова: индивидуальный; контроль; математика; обучение; организация; студент.

Аннотация: Проанализированы некоторые аспекты развития творческого мышления студентов в процессе обучения высшей математике средствами расчетно-графических работ. Отмечено, что для успешной организации расчетно-графической работы в процессе обучения высшей математике в высших учебных заведениях целесообразно знакомить студентов в начале семестра с планом, графиком и банком заданий.

В настоящее время очевидна необходимость подготовки студентов высших учебных заведений к творческой деятельности. В связи с этим повышается роль высших учебных заведений в воспитании активных, инициативных, творчески мыслящих будущих специалистов. Развитие творческих возможностей студентов высших учебных заведений важно при обучении всем дисциплинам, но особое значение имеет формирование творческого мышления в процессе обучения высшей математике.

Современное содержание математического образования в высших учебных заведениях Республики Таджикистан в основном направлено на интеллектуальное развитие студентов, формирование культуры и самостоятельности мышления. Данный аспект является главным в развитии личности студента, так как мышление влияет на воспитанность человека.

Мирзоев Рахмонали Раджабович – кандидат педагогических наук, заведующий отделом дистанционного обучения, Таджикский государственный университет коммерции, г. Душанбе, Республика Таджикистан; Кодиров Бахтиёр Розикович – доктор педагогических наук, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин, e-mail: bakhtiyor_0663@mail.ru, филиал ФГБОУ ВО «Воронежского государственного технического университета» в г. Борисоглебске, г. Борисоглебск, Россия.

Очевидно, что достаточная подготовленность к мыслительной деятельности снимает психические нагрузки в учении, предупреждает неуспеваемость, сохраняет здоровье.

Важным условием совершенствования педагогической деятельности преподавателя высшей математики в высших учебных заведениях является активизация творческого мышления студентов, которая достигается в определенной мере средствами соответствующих приемов обучения. Проблема приемов активизации творческого мышления студентов одна из актуальных в современной практике [1, с. 152]. Анализируя научную литературу по проблеме развития творческого мышления студентов и собственные наблюдения за действиями студентов на занятиях высшей математики, сделаны следующие выводы:

- необходимо оценивать свои действия и суждения, а это, в свою очередь, приучает студентов сопоставлять образцы и самостоятельные попытки их воспроизведения, что выражается в рефлексии, то есть умении как бы со стороны видеть себя и объективно оценивать свои мысли и действия;

- развитие творческого мышления оказывает влияние на все другие психические процессы;

- воображение и внимание становятся более целенаправленными;

- память приобретает произвольный характер, запоминание все чаще опирается на смысловые связи;

- нарастают полнота и системность воспроизводимого материала [2, с. 15].

В педагогике разработаны подходы для развития навыков самообразовательной деятельности студентов. В работах ряда исследователей сформулирован лично ориентированный подход к самообразовательной деятельности студентов вузов и показан компетентностный подход к организации самостоятельной деятельности, которые применимы к реализации на аудиторных занятиях [3, с. 78]. В свою очередь данное исследование предусматривало проведение расчетно-графической работы в свободное время.

В контексте исследования организация расчетно-графической работы студентов является одним из эффективных средств развития творческой активности, позволяет студентам в процессе обучения высшей математике самостоятельно получать знания, перерабатывать, использовать, восстанавливать их, совершенствовать, находить новые приемы умственного труда и вырабатывать индивидуальный стиль мышления.

Формируя самостоятельную деятельность студентов при изучении высшей математики, предлагается использовать современные педагогические технологии, соответствующие специфике данного вида обучения, направленные на раскрытие потенциала творческой деятельности каждого студента, а также способствующие развитию у него социально важных качеств. Более эффективным в данном виде отношений является индивидуальное обучение. Сегодня все больше используются новые методы контроля знаний. Помимо традиционных форм – практических, контрольных и самостоятельных работ, зачетов, экзаменов – используются творческие

работы с помощью современных педагогических технологий, к которым относится организация расчетно-графических работ в ходе обучения высшей математике.

В процессе выполнения расчетно-графических работ каждый студент сталкивается с проблемами общего характера. Ему приходится формулировать непростые выводы, проводить научно-теоретические обобщения, проникать в сущность общих законов, понимать научную картину мира, устанавливать связи между математическими понятиями, анализировать результаты своего умственного труда.

Под расчетно-графической работой понимают самостоятельное исследование, ориентированное на обоснование теоретического материала по базовым темам и развитие навыков решения математических задач. Целью работы в процессе обучения высшей математике в вузах является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Данные работы в процессе обучения высшей математике в вузах способствуют развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Выполняя расчетно-графическую работу, студент формирует умения и способности, которые будут важными в будущем при решении более сложных задач (курсовых работ, выпускных квалификационных работ, диссертаций, научных исследований и т.п.).

Ориентируясь на полученный опыт формирования расчетно-графических работ у студентов первых курсов филиала Воронежского государственного технического университета в городе Борисоглебске и второго курса Таджикского государственного университета коммерции, сделан вывод, что расчетно-графическая работа по высшей математике более эффективна, если она индивидуальна.

Учет индивидуальных особенностей студентов в процессе организации расчетно-графической работы по математике, являясь общим дидактическим принципом, распространяется на работу по подготовке студентов к самообразованию [4, с. 105]. Отметим, что именно индивидуальный вид данной работы является центральным при формировании творческого мышления и организационно-управленческих умений и навыков, которые важны для последующей профессиональной деятельности выпускников вузов, так как хорошо сформированное творческое мышление способствует усилению мотивации и интеллектуальной активности, увеличивает результативность познавательной деятельности выпускников вузов.

Планирование расчетно-графической работы в процессе обучения высшей математике должно всесторонне учитывать специфику вуза и особенность контингента обучаемых. Кроме того, при составлении рекомендаций к реализации данной работы необходимо проанализировать учебные планы направлений, а также рабочие программы дисциплин, определить фактическое время, которое студенты тратят на ее выполнение.

Для развития творческого мышления студентов в процессе обучения высшей математике средствами расчетно-графических работ нужно уделять внимание типам задач. Задачи должны быть творческого характера и направлены на развития активного творческого мышления [5]. Для со-

ставления таких работ в основном используются задачи на соображение, логическое мышление; с излишними данными; меняющимся содержанием; несформулированным вопросом; недостающими данными; с несколькими решениями.

Планирование расчетно-графической работы в процессе обучения высшей математике в высших учебных заведениях необходимо осуществлять на семестр, месяц с детализацией на каждый день. Это позволит осуществлять обратную связь студента и преподавателя с помощью сведений о фактических затратах времени на самостоятельное выполнение работы.

Для организации расчетно-графической работы особенно важно понимание преподавателем роли ее структурных компонентов. Такая работа, применяемая при обучении высшей математике, основана на содержательной, процессуальной, мотивационной составляющих познавательной учебной деятельности студентов. Чтобы успешно ее организовать, следует знакомить студентов в начале семестра с планом, графиком и банком заданий. Для этого можно разработать «Памятку для расчетно-графической работы студентов», в которой будут даны виды заданий расчетно-графической работы, сроки реализации, а также критерии оценки и формы контроля. Памятка может быть дана в электронном и бумажном видах, студенты должны иметь к ней прямой доступ.

Перед тем как приступить к реализации расчетно-графической работы, студенту необходимо изучить соответствующую тему, определить для себя поставленные задачи. При слабом усвоении теоретического материала по теме, а также приведенных практических примеров могут возникнуть трудности при выполнении работы. При ее подготовке в процессе обучения высшей математике преподаватель заботится о содержательной и процессуальной сторонах деятельности студентов. Расчетно-графическая работа выполняется индивидуально, в свободное от занятий время.

Требования к выполнению расчетно-графических работ по высшей математике:

- расчетно-графическая работа должна содержать несколько задач;
- номер варианта выбирается согласно номеру в списке журнала;
- работа выполняется аккуратно, в случае рукописного оформления ее чтение не должно вызывать затруднений;
- в основной части расчетно-графической работы до решения каждой задачи должны быть представлены собственные данные: вариант задания, формулировка задания, соответствующая своему варианту. Далее имеет место решение с расшифровкой формул и последовательности действий;
- решения задач должны быть расположены в соответствии со строгим соблюдением нумерации заданий;
- перед решением каждой задачи необходимо полностью выписать ее условие;
- решения задач должны сопровождаться развернутыми и аккуратными пояснениями всех действий [6].

Требования к оформлению расчетно-графических работ по математике:

- работа оформляется в тетради в рукописном варианте;
- расчетно-графическая работа должна содержать титульный лист, содержание, основную часть, список источников. Титульный лист (обложка тетради) содержит название дисциплины, данные студента, номер варианта;

– на последнем листе работы указывается использованная литература;
– оформляя работу в тетради, важно применять общие требования к ведению записей:

а) соблюдение абзацев, каждая новая мысль оформляется с красной строки;

б) в отдельную строку выделяются значимые формулы, определения;

в) при описании решения задачи краткая запись условия отделяется от решения, в конце решения записывается ответ;

г) необходимо правильно употреблять математические символы.

– решение необходимо сопровождать краткими, но емкими пояснениями, уточнениями; формулы необходимо сопровождать вычислениями;

– графики строятся с использованием карандаша и чертежных инструментов (циркуля, линейки) с соблюдением масштаба. Также можно использовать цветные карандаши и ручки.

– по окончании работы ставится дата ее выполнения и подпись студента.

Результативность расчетно-графической работы по математике во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Проверка и оценка знаний, умений и навыков студентов является важным компонентом процесса выполнения расчетно-графической работы. Результаты расчетно-графической работы по математике оцениваются по четырехбалльной шкале:

– отметка «отлично» ставится, если работа выполнена полностью, грамотно и без ошибок, с логическим построением рассуждений и выводов; в работе допускается одна неточность или описка, которая по своей сути незначительна;

– «хорошо» – работа выполнена полностью, но дано неполное обоснование этапов решения, допущена ошибка или недочеты в содержании, чертежах или графиках; верно выполнено не менее 3/4 задания;

– «удовлетворительно» – в работе допущено не менее двух ошибок или не менее трех недочетов в содержании работы, чертежах, но студент смог показать свое владение темой работы; без ошибок выполнено больше половины работы;

– «неудовлетворительно» – в работе допущены значительные ошибки, которые показывают, что студент не владеет знаниями по данной теме в нужном объеме; более половины работы выполнено неверно [7].

При выполнении расчетно-графической работы необходимо проводить работу над ошибками в виде фронтальной работы над типичными ошибками или в виде индивидуальной – над случайными ошибками. Такая работа обеспечивает более детальное углубленное изучение материалов темы, ее правил, теорем и т.д. Ошибаясь, мы учимся, закрепляем и углубляем свои знания.

Ошибка имеет свою причину и содержание. Чтобы исправить и не допускать в последующем подобных ошибок, необходимо сформировать у студентов навыки самоконтроля, который состоит из умения выявлять ошибку, а также способности ее объяснить и исправить.

Выделим следующие ошибки:

а) грубые – возникающие, когда студент не знает формул, не владеет определениями, правилами, теоремами, не умеет их применять в практи-

ческой деятельности; не знает, как правильно осуществлять решение задач, какие для этого необходимо применять методы; допускает при решении задач ошибки в вычислениях; не выделяет главное, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, подводить итоги своей работы; затрудняется в подборе литературы, не умеет с ней работать;

б) негрубые – возникающие при потере корня, искажении числовых данных при списывании; нарушения при построении вопроса или ответа;

в) недочет – описка, формулирование пояснений в неполном объеме или их отсутствие, небрежное ведение записей, выполнение заданий и чертежей, ошибки в тексте работы, при написании терминов.

Таким образом, в процессе выполнения расчетно-графической работы по высшей математике студент познает окружающий мир с помощью особых умственных операций, которые составляют различные взаимосвязанные переходящие друг в друга стороны мышления. Основными мыслительными операциями в процессе выполнения расчетно-графической работы по высшей математике являются анализ, синтез, сравнение, абстракция, конкретизация и обобщение. Они повышают результативность процесса обучения, развивают творческое мышление, способствуют работе студентов в том темпе, при котором они эффективнее усваивают учебный материал, формируют условия для самостоятельного получения знаний и гарантируют осуществление принципов развивающего обучения.

Список литературы

1. Левин, В. А. Воспитание творчества / В. А. Левин. – Томск : Пеленг, 1993. – 56 с.
2. Белкин, Е. Л. Педагогические основы организации самостоятельной работы студентов : учеб. пособие / Е. Л. Белкин, Л. П. Корнев, Н. А. Требулина. – Орел : Московский ин-т приборостроения. Орловский ф-л, 1989. – 65 с.
3. Калмыкова, З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости / З. И. Калмыкова. – М. : Педагогика, 1981. – 200 с.
4. Лабораторные и практические работы по методике преподавания математики : учеб. пособие / Е. И. Лященко, К. В. Зобкова, Т. Ф. Кириченко [и др.] ; под ред. Е. И. Лященко. – М. : Просвещение, 1988. – 223 с.
5. Кодиров, Б. Р. Межпредметные связи: инновация и творческое мышление учащихся : монография / Б. Р. Кодиров. – Душанбе, 2006. – 192 с.
6. Шевченко, Н. Ю. Расчетно-графическая работа по дисциплине «Электроснабжение» : учеб. пособие / Н. Ю. Шевченко. – Волгоград : Волгоградский гос. техн. ун-т, 2006. – 76 с.
7. Епишева, О. Б. Общая методика обучения математике в средней школе: курс лекций : учеб. пособие / О. Б. Епишева. – Тобольск : Изд-во ТГПИ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 202 с.

References

1. Levin V.A. *Vospitaniye tvorchestva* [Education education], Tomsk: Peleng, 1993, 56 p. (In Russ.)
2. Belkin Ye.L., Kornev L.P., Trebulina N.A. *Pedagogicheskiye osnovy organizatsii samostoyatel'noy raboty studentov: uchebnoye posobiye* [Pedagogical basis for the organization of independent work of students: a training manual], Orel: Moskovskiy institut priborostroyeniya. Orlovskiy filial, 1989, 65 p. (In Russ.)

3. Kalmykova Z.I. *Produktivnoye myshleniye kak osnova obuchayemosti* [Productive thinking as the basis of learning], Moscow: Pedagogika, 1981, 200 p. (In Russ.)

4. Lyashchenko Ye.I. [Ed.], Zobkova K.V., Kirichenko T.F., Novosel'tseva Z.I., Stefanova N.L. *Laboratornyye i prakticheskiye raboty po metodike prepodavaniya matematiki: uchebnoye posobiye* [Laboratory and practical work on the methodology of teaching mathematics: a training manual], Moscow: Prosveshcheniye, 1988, 223 p. (In Russ.)

5. Kodirov B.R. *Mezhpredmetnyye svyazi: innovatsiya i tvorcheskoye myshleniye uchashchikhsya: monografiya* [Interdisciplinary communications: innovation and creative thinking of students: monograph], Dushanbe, 2006, 192 p. (In Russ.)

6. Shevchenko N.Yu. *Raschetno-graficheskaya rabota po distsipline «Elektrosnabzheniye»: uchebnoye posobiye* [Settlement and graphic work in the discipline Electrical supply: a training manual], Volgograd: Volgogradskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet, 2006, 76 p. (In Russ.)

7. Yepisheva O.B. *Obshchaya metodika obucheniya matematike v sredney shkole: kurs lektsiy: uchebnoye posobiye* [General methodology of teaching mathematics in high school: lecture course: a training manual], Tobol'sk: Izdatel'stvo TGPI im. D. I. Mendeleyeva, 2008, 202 p. (In Russ.)

The Development of Students' Creative Thinking in the Process of Teaching Higher Mathematics by Means of Computational and Graphic Work

R. R. Mirzoev, B. R. Kodirov

*Tajik State University of Commerce, Dushanbe, Republic of Tajikistan;
Borisoglebsk Branch of Voronezh State Technical University,
Borisoglebsk, Russia*

Keywords: individual; control; mathematics; training; organization; student.

Abstract: Some aspects of the development of creative thinking of students in the process of teaching higher mathematics by means of computational and graphic work are analyzed. It is noted that for the successful organization of computational and graphic work in the process of teaching higher mathematics in higher educational institutions, it is advisable to familiarize students at the beginning of the semester with the plan, schedule and task bank.

© Р. Р. Мирзоев, Б. Р. Кодиров, 2020

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕШЕНИЯ НЕРАВЕНСТВ

А. Д. Нахман

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р физ.-мат. наук, профессор Г. М. Куликов

Ключевые слова: алгоритмизация; линия неравенств; методологические аспекты; полиномизация.

Аннотация: Содержательная линия неравенств – одна из системообразующих в совокупности дидактических единиц и задачном материале элементарной и высшей математики. Предложена концептуальная схема изучения данной линии: методология – алгоритмизация – технологические приемы обучения. Сформулирована идея полиномизации функций, позволяющая при использовании метода интервалов распространить правило знаков на достаточно общий случай элементарных функций. Рассмотренные теоретико-математические, методологические, технологические аспекты способа интервалов направлены на усиление мотивации математической деятельности, углубление теоретических знаний, возрастание алгоритмической культуры обучающихся.

Введение

Образовательные стандарты и линия неравенств. Неравенства различного характера – существенная составляющая содержания курса математики в системе «школа – вуз». Федеральные государственные стандарты высшего образования (ФГОС) инженерных направлений подготовки в числе формируемых общепрофессиональных компетенций называют способность «применять в профессиональной деятельности методы математического анализа и моделирования». Результаты обучения по дисциплине должны включать знание основ линейной алгебры и дифференциально-интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, овладение математическими методами для объективного научно-исследовательского анализа, моделирования и решения поставленных физико-математических задач в профессиональной деятельности.

Нахман Александр Давидович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика», e-mail: alextmb@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

В свою очередь, перечисленные знания и умения базируются на понятиях, фактах и методах элементарной математики, и, в частности, вопросах исследования областей знакопостоянства функций. Если обратиться к стандартам общего образования, то они предписывают достижение ряда предметных и метапредметных результатов, прямо или косвенно связанных с освоением обучающимися линии неравенств. В частности, среди индикаторов достижения результатов указаны:

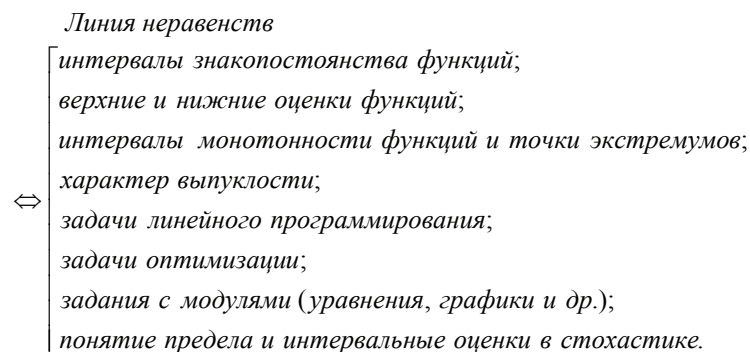
- овладение символьным языком алгебры, приемами выполнения тождественных преобразований выражений, решения уравнений, систем уравнений, неравенств и систем неравенств;

- умения моделировать реальные ситуации на языке алгебры, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат;

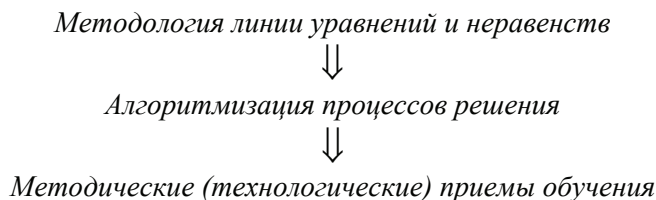
- овладение системой функциональных понятий, развитие умения использовать функционально-графические представления для решения различных математических задач;

- владение умением характеризовать поведение функций, использование полученных знаний для описания и анализа реальных зависимостей.

Таким образом, в соответствии с принципом преемственности в обучении, в системе «школа – вуз» должна быть выстроена «сквозная» содержательная линия неравенств, «пронизывающая» все уровни обучения: начальная, основная, старшая и высшая школы. В рамках этой линии формируются два вида основополагающих умений: умения доказывать и решать неравенства [1]. Принимая во внимание необходимость системного подхода в обучении, содержательную линию неравенств можно рассматривать как один из системообразующих факторов в совокупности дидактических единиц и задачном материале элементарной и высшей математики. Укажем наиболее важные объективно существующие здесь связи:



Изучение неравенств в курсе математики предлагаем строить в рамках следующей концептуальной схемы:



Цель работы – «вскрыть внутренние механизмы» процессов решения неравенств, разработать на этой основе единый подход к данным процессам и уточнить соответствующие технологические обучающие приемы. В отличие от наиболее распространенной в учебной литературе «привязки» метода интервалов к конкретным классам неравенств предлагаем определенную унификацию. Основной вопрос в связи с таким обобщенным подходом – определение кратности пограничных точек интервалов. Если в полиномиальных и рациональных неравенствах ответ легко вытекает из способа разложения на множители, то в общем случае, как нам представляется, может быть использован так называемый метод полиномизации (см. п.2), к которому и сводятся выявляемые в работе методологические особенности обобщенного способа интервалов.

1. Неравенства: логико-множественный подход

1.1. *Неравенство как предикат.* Всякое неравенство с одной переменной может быть записано в виде

$$f(x) > 0, \quad (1.1)$$

где функция f задана на некоторой области $D = D(f)$. С точки зрения логики предикатов, речь идет об одноместном предикате $F(x)$ вида (1.1), для которого $D = D(f)$ служит предметной областью; поиск множества решения есть поиск множества D_F^+ его истинности.

Процесс решения есть построение равносильного предиката стандартного вида (например, линейного или квадратичного неравенства), либо равносильное преобразование к конъюнкции/дизъюнкции таких предикатов. Доказательство неравенства есть доказательство тождественной истинности данного предиката на его предметной области.

В силу указанных причин считаем, что рассмотрение линии неравенств должно сопровождаться ознакомлением учащихся с простейшими понятиями и операциями логики предикатов, свойствами операций и их соответствующей теоретико-множественной интерпретацией (например, дистрибутивные законы, законы де Моргана). В таблице 1 представлены некоторые примеры, иллюстрирующие предлагаемый логико-множественный подход.

Таблица 1

Логико-множественная интерпретация заданий

Вид задания	Логический аналог	Теоретико-множественная интерпретация
1	2	3
Система неравенств вида $\begin{cases} f_1(x) > 0 \\ f_2(x) > 0 \end{cases}$	$F_1(x) \wedge F_2(x)$	$D_{F_1}^+ \cap D_{F_2}^+$

1	2	3
Совокупность неравенств вида $\begin{cases} f_1(x) > 0 \\ f_2(x) > 0 \end{cases}$	$F_1(x) \vee F_2(x)$	$D_{F_1}^+ \cup D_{F_2}^+$
Комбинированное задание вида $\begin{cases} f_1(x) > 0 \\ f_2(x) > 0 \\ f_3(x) > 0 \end{cases}$	$(F_1(x) \vee F_2(x)) \wedge F_3(x)$ либо $(F_1(x) \wedge F_3(x)) \vee (F_2(x) \wedge F_3(x))$	$(D_{F_1}^+ \cup D_{F_2}^+) \cap D_{F_3}^+$ либо $(D_{F_1}^+ \cap D_{F_3}^+) \cup (D_{F_2}^+ \cap D_{F_3}^+)$
Комбинированное задание вида $\begin{cases} f_1(x) > 0 \\ f_2(x) > 0 \\ f_3(x) > 0 \end{cases}$	$(F_1(x) \wedge F_2(x)) \vee F_3(x)$ либо $(F_1(x) \vee F_3(x)) \wedge (F_2(x) \vee F_3(x))$	$(D_{F_1}^+ \cap D_{F_2}^+) \cup D_{F_3}^+$ либо $(D_{F_1}^+ \cup D_{F_3}^+) \cap (D_{F_2}^+ \cup D_{F_3}^+)$

1.2. *Носитель неравенства.* Предметную область $D(f)$, на которой задан предикат вида (1.1) будем называть областью задания или носителем соответствующего неравенства (функции f). Здесь следует различать следующие три понятия (которые в литературе часто не разграничивают).

1) *Естественная область $D_0(f)$ определения функции* есть множество *всех* значений аргумента x , для которых существуют основные элементарные функции и определены производимые над ними операции, содержащиеся в аналитическом выражении $f(x)$.

2) *Область определения функции $f(x)$* есть множество $D(f)$ *всех рассматриваемых* (в условиях данной задачи) значений аргумента x . Обычно $D(f) \subseteq D_0(f)$, однако возможно расширение $D_0(f)$, если каким-либо образом доопределить функцию в точках $x \notin D_0(f)$. Например, функция $f(x) = \ln|x|$, имеющая $D_0(f) = R \setminus \{0\}$, становится определенной на всей числовой оси, если положить $f(0) = 0$.

3) Понятие «*область допустимых значений аргумента x* » (стандартная аббревиатура – **ОДЗ**) преимущественно применяется к самому неравенству. А именно, речь идет об области $D_*(f) = D(f) \cap G^*$, где множество G^* определяется спецификой задачи (1.1). Иными словами, на дополнении множества $D_*(f)$ задача (1.1) не может иметь решений. Например, ОДЗ неравенства $2^{\ln x + \sqrt{x}} \leq 81 - x^2$ определяется как областью существования функции $f(x) = 81 - x^2 - 2^{\ln x + \sqrt{x}}$, так и очевидным условием положительности его правой части (этим условием и порождается множе-

ство G^*). Следовательно, $D_*(f)$ есть пересечение множеств $D = \{x \in R \mid x > 0\}$ и $G^* = \{x \in R \mid -9 < x < 9\}$, то есть $G = \{x \in R \mid 0 < x < 9\}$.

В дальнейшем понятия ОДЗ и носителя неравенства будем отождествлять.

2. Теоретический базис и методологические приемы исследования интервалов знакопостоянства

2.1. *Метод интервалов: функциональный подход.* Теоретической основой способа интервалов является теорема Больцано–Коши, в силу которой функция $f(x)$, непрерывная на отрезке $[\alpha, \beta]$ и принимающая на его концах значения разных знаков, обращается на (α, β) в ноль хотя бы в одной точке [2, с. 171]. Следствием этой теоремы является свойство сохранения знака непрерывной функции: если функция $f(x)$ непрерывна на интервале (a, b) и не обращается в ноль ни в одной его точке, то эта функция сохраняет свой знак на (a, b) . Действительно, если бы в точках α и β , таких, что $a < \alpha < \beta < b$, функция $f(x)$ приняла значения разных знаков, то, согласно теореме Больцано–Коши, она обратилась бы в ноль по крайней мере в одной точке между α и β , а это противоречит отсутствию нулей функции на (a, b) .

Будем (для краткости) называть точки разрыва и нули функции $f(x)$ пограничными точками. В силу свойства сохранения знака функции между пограничными точками, достаточно определить знак в произвольной точке из каждого полученного интервала (метод интервалов). Однако метод часто бывает осложнен «узостью» интервалов и (или) их иррациональными границами. В случае полиномиальных или рациональных неравенств это осложнение легко обойти за счет соответствующей факторизации $f(x)$, то есть разложения на множители и определения тем самым кратности нулей. Нашей ближайшей задачей будет обобщение такой факторизации на случай неравенств других классов.

2.2. *Нули и полюсы.* Приведем следующую классификацию пограничных точек. Точку x_0 будем называть нулем m -го порядка (нулем кратности m , m – целое, $m \geq 0$) функции $f(x)$, если данная функция непрерывна в точке x_0 и некоторой ее окрестности, и при этом существует такая функция $\varphi(x)$, что в указанной окрестности имеет место равенство

$$f(x) = (x - x_0)^m \varphi(x), \text{ где } \varphi(x_0) \neq 0.$$

Точку x_0 будем называть полюсом n -го порядка функции $f(x)$, если эта точка является нулем n -го порядка функции $\frac{1}{f(x)}$; такое определение полюса используем в соответствии с понятийным полем теории функций комплексного переменного (ТФКП); см., например, [3, с. 203].

Пусть $f(x)$ имеет вид $f(x) = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)}$. Будем говорить, что точка x_0 является особой точкой функции $f(x)$ порядка (кратности) $m - n$, если x_0 служит одновременно нулем порядка m функции $\varphi(x)$ и нулем n -го порядка $\psi(x)$ (полюсом n -го порядка для $\frac{1}{\psi(x)}$). Если $f(x)$ непрерывна в двухсторонней окрестности точки x_0 , то, согласно вышеприведенным определениям, в указанной окрестности существует непрерывная $g(x)$, такая, что

$$f(x) = (x - x_0)^{m-n} g(x), \text{ где } g(x_0) \neq 0. \quad (2.1)$$

Возвращаясь к терминологии ТФКП, заметим, что при $m - n \geq 0$ особой точкой x_0 функции $f(x) = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)}$ следует называть устранимой.

Приведение аналитического выражения $f(x)$ к виду (2.1) очевидным образом дает возможность исследовать знаки функции в левосторонней и правосторонней окрестностях точки x_0 ; перемена или сохранение знака функции («правило знаков») при переходе через точку x_0 определяется теперь, соответственно, нечетностью или четностью значения $m - n$.

Факторизацию (2.1), реализуемую в окрестности каждой пограничной точки полинома или рациональной функции $f(x)$, распространим теперь на другие элементарные функции. Такая возможность позволит перенести действие правила знаков на достаточно общие ситуации.

2.3. Полиномизация. В качестве средства для нахождения порядка (кратности) пограничных точек элементарных (как правило, трансцендентных) функций может быть предложена их полиномизация (аппроксимация полиномом).

Согласно формуле Тейлора с остаточным членом в форме Пеано [2, с. 123], для функции $f(x)$, дифференцируемой $n + 1$ раз в точке x_0 и некоторой ее окрестности, имеет место следующая аппроксимация:

$$f(x) = \sum_{k=0}^n \frac{f^{(k)}(x_0)}{k!} (x - x_0)^k + o((x - x_0)^n);$$

здесь $o((x - x_0)^n)$ – бесконечно малая более высокого порядка, чем $x - x_0$.

В частности, при $n = 1$

$$f(x) - f(x_0) = f'(x_0)(x - x_0)(1 + o(1)). \quad (2.2)$$

Наличие множителя $x - x_0$ (в общем случае – множителя $(x - x_0)^v$, $v = 1, 2, \dots$) в представлении разности $f(x) - f(x_0)$ позволит распространить правило знаков на трансцендентные функции. Следовательно, использование метода интервалов «закрывается» на процесс полиномизации. Так, например, имеют место представления, выражающие разности следующих функций через разности их аргументов:

$$t^\alpha - z^\alpha = (t - z)\alpha z^{\alpha-1}(1 + o(1)), \quad t - z \rightarrow 0, \quad \alpha = \text{const}; \quad (2.3)$$

$$a^t - a^z = (t - z)(\ln a + o(1))a^z, \quad t - z \rightarrow 0, \quad a = \text{const}, \quad a > 0, \quad a \neq 1; \quad (2.4)$$

$$\log_a t - \log_a z = \frac{t - z}{\ln a} \left(\frac{1}{z} + o(1) \right); \quad t, z > 0, \quad t - z \rightarrow 0, \quad a = \text{const}, \quad a > 0, \quad a \neq 1; \quad (2.5)$$

$$\log_t u - \log_z u = \frac{\ln u}{\ln t \ln z} \frac{z - t}{t} (1 + o(1)), \quad t - z \rightarrow 0. \quad (2.6)$$

Каждое из равенств (2.3) – (2.6) есть следствие (2.2). Обсудим подробнее, например, соотношение (2.6). Оно, очевидно, позволяет утверждать, что пограничные точки разности $\log_t u - \log_z u$ определяются значениями $u = 1, t = 1, z = 1$ и нулями разности оснований $t - z$; соответствующим же образом будет определена и их кратность.

Для обоснования (2.6) заметим, что при $v \rightarrow 0$ из (2.2) легко вытекает представление

$$\ln(1 + v) = v(1 + o(1)). \quad (2.7)$$

Тогда

$$\log_t u - \log_z u = \ln u \left(\frac{1}{\ln t} - \frac{1}{\ln z} \right) = \frac{\ln u}{\ln t \ln z} \ln \left(1 + \left(\frac{z}{t} - 1 \right) \right) = \frac{\ln u}{\ln t \ln z} \frac{z - t}{t} (1 + o(1))$$

при $t - z \rightarrow 0$, а это и требовалось доказать.

Заметим, что повторное применение (2.7) к (2.6) позволяет утверждать знакосождественность разности $\log_t u - \log_z u$ и выражения

$$\frac{u - 1}{(t - 1)(z - 1)} (z - t). \quad (2.8)$$

2.4. Пример. В качестве приложения (2.6) исследуем интервалы знакопостоянства функции

$$f(x) = \log_{\frac{x}{x-1}} \frac{x}{3} - \log_{\frac{x}{2}} \frac{x}{3}.$$

Очевидно, что $f(x)$ определена при $x > 1, x \neq 2$. Найдем нули $f(x)$. Возможны два случая:

$$1) \frac{x}{x-1} = \frac{x}{2}, \text{ откуда } x = 3;$$

$$2) \frac{x}{3} = 1, \text{ откуда снова } x = 3.$$

Таким образом, $x = 3$ – пограничная точка кратности 2.

Теперь функция $f(x)$ знакопостоянна в каждом из интервалов $(1; 2), (2; 3),$ и $(3; +\infty)$. Перемена знака $f(x)$ имеет место при переходе

через точку $x = 2$; при переходе же через точку $x = 3$ (ввиду четной ее кратности) знак функции сохранится. Взяв в интервале $(3; +\infty)$ «пробную» точку $x = 4$, получаем

$$f(4) = \log_4 \frac{4}{3} - \log_2 \frac{4}{3} = -1 + \log_2 3 > 0.$$

Следовательно, $f(x) > 0$ при $x \in (2; 3)$ и $x \in (3; +\infty)$; далее, $f(x) < 0$ при $x \in (2; 3)$ и $f(3) = 0$.

3. Алгоритмизация процессов решения неравенств

3.1. *Правило знаков.* Алгоритм нахождения интервалов знакопостоянства функций будет основан на излагаемом ниже «обобщенном правиле знаков», вытекающем из результатов полиномизации. Правомерность сведения рассмотрения к полиномам и рациональным функциям вытекает из рассуждений п. 2 (см., например, (2.3) – (2.6)). Правило, по сути уже продемонстрированное на примере п. 2.4, предполагает выполнение следующих шагов:

а) найти пограничные точки интервалов знакопостоянства функции $f(x)$, то есть ее нули и точки разрыва (полюса);

б) определить кратность ν каждой пограничной точки; если точка x_0 – одновременно ноль функции кратности m и ее точка разрыва (полюс) кратности n , то ее «итоговая» кратность есть число $\nu = m - n$;

в) при нечетном значении ν «переход» через точку x_0 сопровождается переменной знака функции $f(x)$, а при четном значении – сохранением ее знака.

3.2. *Метод интервалов: алгоритм.* На основании методологического приема полиномизации может быть выстроен следующий алгоритм решения неравенств в самом общем случае.

1. Нахождение носителя неравенства.

2. Приведение неравенства к одному из видов $f(x) > 0$, $f(x) < 0$, $f(x) \geq 0$, $f(x) \leq 0$.

3. Нахождение нулей функции $f(x)$.

4. Нанесение всех пограничных точек на числовую ось и определение кратности каждой из них.

5. Расстановка знаков функции в интервалах, для чего определяется знак в одном из полученных интервалов (знак в «пробной» точке) и используется чередование/сохранение знаков $f(x)$ в соответствии с нечетной/четной кратностью каждой из пограничных точек.

6. Выбор интервалов знакоположительности / знакоотрицательности (в соответствии с условием задачи).

3.3. *Пример.* Решить неравенство

$$\frac{0,2^{x^2-5x+4} - 3^{x^2-5x+4}}{\sqrt{x^2-4x+4}} > 0.$$

Запишем неравенство в виде

$$f(x) > 0, \text{ где } f(x) = \frac{0,2x^2 - 5x + 4 - 3x^2 - 5x + 4}{|x - 2|}.$$

Носитель неравенства определяется условием $x \neq 2$. Поскольку знаки $|x - 2|$ и $(x - 2)^2$ совпадают, то точка $x = 2$ служит полюсом второго порядка. Нули функции $f(x)$ – это решения уравнения $x^2 - 5x + 4 = 0$, то есть значения $x = 1$, $x = 4$, имеющие кратность, равную единице. Определим, например, знак функции в точке $x = 0$ интервала $(-\infty; 1)$. Имеем $f(0) < 0$. Принимая во внимание кратность каждой из пограничных точек, приходим к следующему результату:

Интервалы	$(-\infty; 1)$	$(1; 2)$	$(2; 4)$	$(4; +\infty)$
Знаки $f(x)$	$f(x) < 0$	$f(x) > 0$	$f(x) > 0$	$f(x) < 0$

Окончательно, $x \in (1; 2) \cup (2; 4)$.

4. Решение неравенств: вопросы технологии

4.1. *Технологичность метода интервалов.* Метод интервалов следует рассматривать в качестве важного компонента в технологии обучения началам алгебры и анализа (линия неравенств). Действительно, ему присущи следующие признаки технологии обучения:

- метод характеризуется определенной последовательностью действий, зависящих от целевого назначения и ориентирован на достижение определенного результата;
- все компоненты метода доступны и в процессе обучения решению неравенств легко воспроизводимы любым педагогом;
- метод характеризуются целостностью и управляемостью;
- метод визуализуем – его применение сопровождается изображением числовой оси, определенным способом фиксации пограничных точек (точки «пустые» и точки «закрашенные»), выделением (штриховкой) интервалов, включаемых в ответ и т.п.

В процессе выстраивания линии уравнений и неравенств в системе «школа – вуз» метод интервалов реализуется в несколько этапов:

- 1) решение квадратных и дробно-линейных неравенств (основная школа);
- 2) решение полиномиальных и рациональных неравенств (основная школа);
- 3) иррациональные неравенства и неравенства с модулями (основная школа);
- 4) показательные и логарифмические неравенства (старшие классы средней школы);
- 5) комбинированные неравенства различных типов (старшие классы средней школы);

б) приложения неравенств в математическом анализе и других разделах высшей математике (высшая школа, уровень бакалавриата).

Метод интервалов является связующим звеном указанных этапов. Основные его черты на каждом следующем этапе обобщаются и распространяются на более широкие классы неравенств.

Метод характеризуется универсальностью – в него «вписываются» казалось бы исключительные случаи неравенств линейных и неравенств квадратичных с комплексными корнями. Так, в последнем случае достаточно определить знак квадратного трехчлена в любой точке числовой оси, и этот знак трехчлен сохранит на всей оси. Например, при решении неравенства $7x^2 - 11x + 8 < 0$ убеждаемся, что дискриминант $D < 0$, так что действительных корней трехчлен не имеет. Следовательно, «на бесконечном интервале» $(-\infty, +\infty)$ отсутствуют пограничные точки, а тогда функция $f(x) = 7x^2 - 11x + 8$ знакопостоянна. Определяем ее знак в «пробной точке»: $f(0) = 8 > 0$. Следовательно, $f(x) > 0$ на $(-\infty, +\infty)$, и данное неравенство не имеет решений.

4.2. *Сравнение с методом рационализации.* В случае трансцендентных неравенств следует также отметить альтернативную идею полиномизации идею рационализации. Ее суть состоит в замене функции $f(x)$ на произведение (частное) двучленов, знаки которого совпадают со знаками $f(x)$ (способ «знакотожественных» множителей). Например, на соответствующей области определения знаки разности логарифмов $\log_{h(x)} f(x) - \log_{g(x)} f(x)$ и произведения $(h(x) - g(x))(f(x) - 1)(h(x) - 1)(g(x) - 1)$ совпадают, что нетрудно проверить. Однако, использование метода рационализации для пользователя осложнено необходимостью запоминания пар знакотожественных функций, либо непосредственным их конструированием (конструированием произведений или частных соответствующих двучленов). Идея полиномизации приводит к тем же знакотожественным произведениям или частным (см., например, (2.8)), но является инструментом обоснований и не требует (в отличие от рационализации) непосредственного использования в процессе решения неравенств. Продемонстрируем эту мысль на следующем примере.

Решить неравенство ([4], № 508180)

$$\frac{\sqrt{6+x-x^2}}{\log_2(5-2x)} \leq \frac{\sqrt{6+x-x^2}}{\log_2(x+4)}.$$

Выполняем шаги алгоритма п. 3.2.

1) Носитель неравенства определяется соотношениями $-2 \leq x < \frac{5}{2}$, $x \neq 2$.

2) Записываем неравенство в виде

$$f(x) \leq 0, \text{ где } f(x) = \sqrt{6+x-x^2}(\log_{5-2x} 2 - \log_{x+4} 2).$$

3) Находим нули функции. Имеем: $x = 3$ (это значение не входит в область определения первого из логарифмов), $x = 2$; далее решаем уравнение $5 - 2x = x + 4$, откуда $x = \frac{1}{3}$.

4) Отмечаем полученные пограничные точки и получаем следующее объединение интервалов

$$\left[-2, \frac{1}{3}\right] \cup \left(\frac{1}{3}, 2\right) \cup \left(2, \frac{5}{2}\right).$$

5) Каждая из пограничных точек $x = 2$ и $x = \frac{1}{3}$ имеет кратность, равную единице, то есть служит точкой перемены знака функции $f(x)$. В первом из интервалов удобно выбрать точку $x = 0$ в качестве пробной. Имеем $f(0) < 0$. Следовательно, $f(x) \leq 0$ при $x \in \left[-2; \frac{1}{3}\right] \cup \left(2; \frac{5}{2}\right)$.

6) В ответе, таким образом, получаем множество $\left[-2; \frac{1}{3}\right] \cup \left(2; \frac{5}{2}\right)$.

Заметим, что предлагаемые в [4] способы решения (в том числе, и метод рационализации) данного неравенства значительно объемнее и сложнее для понимания.

4.3. Прием замены переменных. Особенностью обобщенного метода интервалов является возможность замены переменных только лишь на стадии нахождения нулей (решения уравнения), после чего сразу же применяется правило знаков. Предлагаемый прием в сравнении с заменой переменных в самом неравенстве часто значительно сокращает выкладки.

Пример ([4], № 511274). Решить неравенство

$$2\sqrt{x+131} - \frac{5}{\sqrt{x+131}-3} \leq 15.$$

Решение. Неравенство определено при $x \geq -131$, $x \neq -122$. Рассмотрим функцию

$$f(x) = 2\sqrt{x+131} - \frac{5}{\sqrt{x+131}-3} - 15$$

и найдем ее нули. Пусть $t = \sqrt{x+131}$, $t \geq 0$. Имеем:

$$2t - \frac{5}{t-3} - 15 = 0 \text{ или } 2t^2 - 21t + 40 = 0, \text{ откуда } t = 8, t = 2,5.$$

Возвращаясь к прежней переменной, получаем нули функции $f(x)$ из соотношений $\sqrt{x+131} = 8$ или $\sqrt{x+131} = 2,5$, так что $x = -67$ или $x = -124,75$. Каждая из полученных пограничных точек имеет кратность, равную единице; расположим их на числовой оси в порядке возрастания:

$-131; -124,75; -122; -67$. В интервале $[-131; -124,75)$ имеем $f(-131) = -7 < 0$. С учетом чередования знаков функции получаем $f(x) \leq 0$ при $x \in [-131; -124,75] \cup (-122; -67]$.

Следует отметить значительно больший объем рассуждений и преобразований при «традиционном» способе решения [4].

Заключение

В методологии решения неравенств классическому способу интервалов отводится ключевая роль. В настоящей работе продемонстрирована возможность его обобщения на широкие классы элементарных функций, выявлены универсальность, компактность, технологичность. Прием соответствующей алгоритмизации решений является существенным компонентом методики (технологии) изучения линии неравенств в системе «школа – вуз».

Рассмотренные в работе теоретико-математические, методологические, технологические аспекты способа интервалов направлены на усиление мотивации математической деятельности, углубление теоретических знаний в различных областях математики, возрастание алгоритмической культуры обучающихся.

Список литературы

1. Нахман, А. Д. Технологические аспекты обучения решению неравенств / А. Д. Нахман // Вестн. Тульского гос. ун-та. Серия: Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. – 2018. – № 1 (17). – С. 211 – 213.
2. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1 / Г. М. Фихтенгольц. – М. :Физматлит, 1962. – 607 с.
3. Маркушевич, А. И. Краткий курс теории аналитических функций / А. И. Маркушевич. – М. :Гостехиздат, 1957. – 335 с.
4. Сдам ГИА: решу ЕГЭ. – Текст : электронный //Образовательный портал для подготовки к экзаменам. Математика профильного уровня. – URL : <https://ege.sdamgia.ru/> (дата обращения: 28.02.2020).

References

1. Nakhman A.D. [Technological aspects of learning to solve inequalities], *Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sovremennyye obrazovatel'nyye tekhnologii v prepodavanii yestestvennonauchnykh distsiplin* [Bulletin of Tula State University. Series: Modern educational technologies in the teaching of natural sciences], 2018, no. 1 (17), pp. 211-213. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Fikhtengol'ts G.M. *Kurs differentsial'nogo i integral'nogo ischisleniya. Tom 1* [The course of differential and integral calculus. Volume 1], Moscow: Fizmatlit, 1962, 607 p. (In Russ.)
3. Markushevich A.I. *Kratkiy kurs teori ianaliticheskikh funktsiy* [A short course in the theory of analytic functions], Moscow: Gostekhizdat, 1957, 335 p.(In Russ.)
4. <https://ege.sdamgia.ru/> (accessed 28 February 2020).

Methodological Features and Technological Techniques of Solving Inequalities

A. D. Nakhman

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: algorithmization; line of inequalities; methodological aspects; polynomization.

Abstract: The substantive line of inequalities is one of the system-forming in the aggregate of didactic units and the task material of elementary and higher mathematics. A conceptual scheme for studying this line is proposed: methodology - algorithmization - technological teaching methods. The idea of polynomization of functions, which allows using the interval method to extend the sign rule to a fairly general case of elementary functions, is formulated. The considered theoretical, mathematical, methodological, technological aspects of the method of intervals are aimed at enhancing the motivation of mathematical activity, deepening theoretical knowledge, increasing the algorithmic culture of students.

© А. Д. Нахман, 2020

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ В РОССИИ

А. Ю. Ряховская

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского», г. Брянск, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор М. В. Хохлова

Ключевые слова: методы обучения иностранным языкам; методика активизации резервных возможностей личности и коллектива; прямой; грамматико-переводной; сознательно-практический; сознательно-сопоставительный; эмоционально-смысловой; аудиолингвальный; аудиовизуальный; коммуникативный.

Аннотация: Предпринята попытка проследить историю языкового образования в России. Рассмотрены способы, методы и формы обучения иностранным языкам с периода Киевской Руси до настоящего времени. Сделан акцент на самобытности подходов к языковому образованию на разных исторических этапах. Систематизированы современные методы и технологии обучения иностранным языкам, дано обоснование коммуникативного метода как ведущего на современном этапе языкового образования.

Отечественная методика преподавания иностранных языков имеет уникальную историю. На протяжении ряда периодов преподавание иностранных языков развивалось изолированно, независимо от мирового педагогического опыта, на некоторых этапах истории происходил тесный обмен опытом с зарубежными странами, но всегда прослеживалось собственное видение распространенных в Европе подходов к обучению иностранному языку в уникальных условиях нашей действительности.

Сегодня знание иностранных языков является признаком образованности, профессиональной компетентности. Несколько веков назад это было необходимо лишь ограниченному кругу лиц: князьям, княжичам, воеводам, торговцам, служителям церкви.

Начиная со Всеволода I (1030 – 1093), все русские князья говорили по-гречески, так как переговоры с Византией и Востоком велись на греческом языке. С XII века многие южнорусские князья владели латынью и на латинском вели переговоры с Западом [1].

Ряховская Анастасия Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории английского языка и переводоведения, e-mail: anastasia--r@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», г. Брянск, Россия.

Распространенной среди русских князей формой обучения иностранным языкам было так называемое «кормильство»: княжичей передавали на воспитание в семью родственников княжеской или королевской фамилии из другого государства. Кормильцем также мог быть какой-либо боярин или воевода [1]. Говоря языком современной методики, язык изучали методом погружения. Данный способ изучения иностранного языка близок натуральному методу, который получил методическое описание лишь в середине XIX века. В результате подобного изучения языка многие великие князья владели не только грамотой, но и несколькими иностранными языками.

Наряду с применением натурального метода, в X – XIII вв. в России иностранный язык учили посредством сравнительного анализа параллельных текстов, который позволял не только выучивать слова, но и наблюдать, как передаются в иностранном языке аналогичные грамматические структуры. Основными методическими приемами было чтение вслух, переписывание и заучивание текстов наизусть. Такие же приемы использовались в европейских церковных школах для обучения воспитанников латинскому языку. Позже данный метод был описан рядом ученых как грамматико-переводной и практиковался в Европе до XIX века.

Считается, что в X – XIII вв. преобладал вольный перевод, при котором переводчик не соблюдал точного соответствия оригинальному тексту, а стремился передавать лишь его смысл. Известно, что в обучении использовалась «Грамматика» Иоанна Дамаскина, в которой содержались сведения о восьми частях речи, грамматических категориях и этимологии [2].

Среди первых языковых школ следует отметить греко-славянские братские школы Юго-Западной Руси (Львов, Минск, Могилев, Брест, Луцк), которые открылись в конце XVI века. Наряду с изучением языков в школах большое внимание уделялось воспитанию нравственности учеников, проводились поучительные беседы. Многие перспективные педагогические идеи, получившие развитие в XVIII и XIX вв., берут начало в данных школах.

В 1687 году в Москве открылось первое высшее учебное заведение – Славяно-греко-латинская академия, где преподавали польский, латинский, греческий и славянский языки. «Семь свободных искусств» (пиитика с риторикой, грамматика, астрономия, музыка, геометрия, диалектика, философия) преподавались на греческом, а после указа Петра Великого от 1701 года языком преподавания, как и везде в Европе, стал латинский. В гимназиях и лицеях Российской Империи латынь и греческий входили в перечень обязательных дисциплин, поскольку классические научные труды еще издавались на данных языках.

В первой половине XVIII века среди дворян распространяется изучение немецкого и голландского языков, с 1830-х годов – французского. Изучение новых европейских языков было обусловлено внешнеполитическими и торговыми причинами. В середине XVIII века открываются частные школы и гимназии. Английский язык изучали преимущественно в коммерческих училищах и морских корпусах. Большой популярностью в привилегированных заведениях и дворянских пансионах со второй поло-

вины XVIII до начала XIX века пользовались немецкий и французский. Так, в Смольном институте благородных девиц также преподавали новые языки, причем французский язык воспитанницы сдавали при поступлении.

Во второй половине XVIII века профессора Московского университета издали методические указания, в которых перед преподавателями ставилась цель научить учащихся читать и понимать текст, овладеть навыками устной речи [3]. В дворянских семьях существовала традиция приглашать гувернанток и гувернеров для обучения детей одному или двум иностранным языкам. Навыки общения на иностранном языке прививались с детства, часто и родители общались между собой на иностранном, преимущественно, французском языке. В учебных заведениях Европы в данный период все еще доминировал переводной метод в разных его проявлениях: грамматико-переводной, текстуально-переводной; основным приемом обучения оставалось заучивание наизусть. Преподавание в подавляющем большинстве европейских учебных заведениях велось на латыни, поскольку латынь считалась языком науки и богослужения. Идеология европейской школы строилась на воспитании духовного смирения и набожности учащихся.

Первые сведения об изучении английского языка гимназистами Российской Империи датируются 1791–1792 годом. Английский преподавался в академических гимназиях для дворян и разночинцев при Московском университете. В гимназиях, кадетских корпусах и дворянских пансионах применялись смешанные методы обучения: грамматико-переводной, лексико-переводной. Вместе с тем усилия педагогов были направлены и на развитие устной речи.

В конце XIX века в западной Европе теоретическое обоснование получает концепция прямого метода обучения, цель которого «прямысты» видели в том, чтобы обучить устной форме языка. Отбор лексического материала регламентировался темами общения, из грамматики предлагалось учить то, что соответствовало современной норме. Сторонники прямого метода исключали использование родного языка и перевода, отказывались от объяснения языковых правил. В России и прежде были попытки развивать навыки устной речи. На рубеже веков прямой метод был несколько трансформирован и адаптирован под существующие условия. В значительно большей степени использовался родной язык как средство семантизации, контроля и объяснения сложных грамматических явлений. При этом использование родного языка постепенно сокращалось по мере изучения иностранного.

Собственное видение популярного за рубежом прямого метода обучения во многом определялось тем, что в России к этому времени уже сформировалась традиционная, народная педагогика, у истоков которой стояли Л. Н. Толстой, К. Д. Ушинский и др. В России сложилась традиция рассматривать изучение иностранного языка как средство всестороннего развития и повышения образованности, то, что оказывает положительное влияние на владение родным языком [4].

Русские революционеры-демократы выступали с критикой сословности в системе народного образования, в особенности языкового. Добролюбов Н. А. утверждал, что царская школа не имела определенного лица в отношении методики преподавания иностранных языков. Автор подчер-

квивал преимущественное значение русского языка в развитии ребенка, критиковал практику обучения французскому и немецкому языку с первого класса, говоря о том, что начинать изучение иностранных языков следует только тогда, когда уже заложена основа знания родного языка [5]. Писарев Д. И. подвергал жесткой критике схоластические методы преподавания, основанные на зубрежке грамматических правил и изолированных вокабул мертвых языков, утверждая, что «силы, издерживаемые на изучение древних языков, были бы употреблены гораздо более производительным образом, если бы мы обратили их на изучение живых языков, французского, английского и немецкого» [6].

С первых лет существования Советской власти обучению иностранным языкам партия уделяла большое внимание. В 1927 году началась кампания «Иностранные языки – в массы». В этом же году вышел первый сборник материалов по преподаванию иностранных языков под редакцией Н. Э. Мамуна, А. А. Любарской [7], где авторы сделали попытку синтезировать два существующих метода обучения – сознательно-сопоставительный и прямой. Сознательно-сопоставительный метод ориентировал учащихся на осознание значения языковых явлений и способов их применения в речевой деятельности, предусматривал опору на родной язык.

В советских школах первоначально большей популярностью пользовался немецкий язык, так как на нем говорили в Германской и Австро-Венгерской империях, занимающих большую часть Европы. К тому же, множество европейских научных работ, в том числе, революционных, были написаны или переведены на немецкий язык.

В 1932 году вышло постановление ЦК ВКП(б) об обязательном обеспечении каждого выпускника средней школы знанием одного иностранного языка – английского, французского или немецкого.

Впоследствии предпринимались попытки оптимизации изучения иностранного языка на государственном уровне, но они не касались существенных преобразований организации языкового обучения в группах в рамках классно-урочной системы, которая существует до сих пор. Содержание текстов для изучения носило преимущественно идеологический характер. Ведущим методом обучения иностранного признавалось чтение. На старшей ступени школьного обучения и в языковых вузах материалом обогащения лексики и иллюстрации грамматики служили произведения английских классиков. Это приводило к специфическому составу активной лексики учащихся, несвойственной обыденной разговорной речи. По утверждению Дэвида Кристалла, русский акцент чувствовался не в области фонетики, а в области лексики и грамматики. Русские студенты, изучающие английский язык, часто говорили и писали так, как будто постоянно цитировали произведения английских классиков [8].

Со временем менялись подходы к изучению иностранного языка, появлялись различные методы, существенно изменилась содержательная сторона процесса обучения иностранному языку. Фундаментальные психолого-педагогические теории, отечественные и зарубежные педагогические технологии XX века легли в основу разнообразных методов и подходов к обучению иностранного языка в школе. Новые методы, появившиеся после прямого, аккумулировали современные на тот момент знания других наук, пытались объединить все лучшее, что было найдено в методике

преподавания иностранных языков. С появлением трудов, обосновывающих деятельностный и личностно-ориентированный подходы, обсуждение в педагогической литературе получили такие инновационные на тот период направления, как сознательно-практический метод, методика активизации резервных возможностей личности, коммуникативный метод, суггестопедия. Большое внимание в методическом сообществе получили лингвострановедческий и социокультурный подходы. С развитием технических средств обучения на практике применялись аудиовизуальный и аудиолингвальный методы.

Важным этапом в развитии методики обучения иностранным языкам были 1950-е годы. Стало общепризнанным понимание методики как педагогической науки, написаны фундаментальные труды педагогов и психологов по совершенствованию методов обучения иностранным языкам в средней и высшей школах. Многие исследователи критиковали рецептивно-продуктивную теорию и подчеркивали необходимость сознательности обучения иностранному языку. Щерба Л. В. в работе [9, с. 57] отметил, что «Единственный путь, который в какой-то мере может гарантировать обучающихся в школьных условиях активному владению тем или иным иностранным <...>, – это путь сознательного отталкивания от родного языка».

В рамках этого направления дискуссий несколько позже оформился сознательно-практический метод, который, в отличие от сознательно-сопоставительного, предполагал отказ от перевода как основного средства и предусматривал перенесение центра тяжести с языковых знаний на речевую деятельность.

1960 – 1970-е годы отличает особое внимание к личности, индивидуальным особенностям обучаемого. Большой популярностью пользуется суггестопедическое направление. В методике обучения иностранным языкам суггестопедия предполагает активизацию возможностей человека, заложенных в неосознаваемой психической сфере, раскрытие резервов памяти, интеллектуальной активности в условиях положительных переживаний и эмоций.

Новым веянием в отечественной науке 1970 – 1980-х годов стало появление и методическое описание практики интенсивного обучения иностранным языкам. В рамках идей суггестопедии в советской педагогике в 1980-е годы определились такие тенденции обучения иностранным языкам, как интенсивные курсы для взрослых, интенсивные краткосрочные курсы русского языка для иностранных студентов, ритмопедия, суггестокрибернетический интегральный метод ускоренного обучения взрослых, метод активизации возможностей личности, эмоционально-смысловой метод.

Китайгородская Г. А. рассматривает обучение иностранным языкам как способ активизации внутренних резервных возможностей личности обучающегося. Основные теоретические положения метода определяются теориями деятельности, личности и коллектива, речевой деятельности. В рамках данных теорий разработаны новые принципы организации и отбора языкового материала, ведущими из которых являлись личностно-ролевой, деятельностный, ситуативно-тематический [10].

В работе [11] И. Ю. Шехтер исходил из положения о том, что личностный смысл не складывается лишь из суммы значений языковых единиц. Поскольку цель коммуникации – обмен смыслами, а не значениями,

основной путь овладения речевым общением автор видел через смыслообразование в условиях ролевой игры. Согласно данному методу, изучение английского языка должно начинаться не с формы, а с понимания смысла, поэтому на начальном этапе необходимость изучения грамматики отрицается. Автор предлагал осваивать иностранный язык естественным способом, так же, как дети учатся говорить на родном языке, не имея представления о самом существовании грамматических правил.

Концепции Шехтера И. Ю. и Китайгородской Г. А. представляют собой разновидность коммуникативного метода, который согласуется с современной целью формирования коммуникативной компетенции учащихся.

На современном этапе становится доступной подробная информация о достижениях в сфере языкового образования в мире, происходит тесный обмен педагогическим опытом. Разработкой коммуникативного направления занимались многие научные коллективы и методисты из разных стран. Коммуникативный метод соединил лучшие и наиболее рациональные идеи прямого, аудиовизуального, аудиолингвального, сознательно-практического и других методов. Положения коммуникативного метода согласуются с методическим содержанием современного урока иностранного языка, определяя его речевую направленность, функциональность, индивидуализацию, ситуативность, новизну. Цель коммуникативного метода – развитие и совершенствование навыков во всех видах речевой деятельности.

Современные технологии и методы обучения иностранному языку следует рассматривать как систему эффективных действий, направленных на формирование коммуникативной компетенции учащихся в современных условиях обучения. Существуют различные подходы к классификации современных технологий и методов обучения иностранным языкам. В работе [12] выделены три группы технологий «1) технологии в языковом образовании (использование технических средств обучения и новых информационных технологий); 2) технологии языкового образования (затрагивающие учебный процесс, но не влияющие на языковое образование, например: лингво-дидактическое тестирование и языковой портфель); 3) технологии обучения (затрагивающие содержание и организацию учебного процесса, близкие по значению к «методике обучения»)». В последнюю группу автор включает формы работы, игры (ролевые и деловые), метод проектов. К современным технологиям в обучении иностранным языкам автор работы [13] относит обучение в сотрудничестве, дискуссии, мозговые атаки, ролевые игры проблемной направленности, метод ситуационного анализа (кейс-метод), метод проектов, «портфель ученика», обучение с применением компьютерных телекоммуникаций и глобальной сети Интернет. На сегодняшний день существует большое количество аутентичных интернет-ресурсов, которые обладают огромным лингводидактическим потенциалом в плане языкового образования и социокультурного развития обучающихся при ознакомлении с культурным наследием страны изучаемого языка.

Многие исторически значимые педагогические замыслы легли в основу современных игровых, проблемных, дискуссионных технологий, получив новое техническое воплощение. Суть современного обучения в России согласуется с мировыми тенденциями в языковом образовании – развитие иноязычной коммуникативной компетенции во всех ее проявля-

ниях: речевой, языковой, социокультурной, компенсаторной, учебно-познавательной. Традиционно, немаловажным для российского образования остается и воспитательный аспект языкового образования – всестороннее развитие личности, воспитание умений самообразования и самосовершенствования, формирование гражданина и патриота.

Список литературы

1. Воевода, Е. В. Изучение иностранных языков на Руси / Е. В. Воевода // Среднее профессиональное образование. – 2008. – № 2. – С. 73 – 75.
2. Солопов, А. И. Латинский язык в жизни и творчестве Ломоносова. – Текст : электронный / А. И. Солопов // Науч. докл. филологического факультета МГУ. – 2013. – Т. 7. – С. 16 – 24. – URL : <http://www.philol.msu.ru/~istlit2014/pdfs/solopov.pdf> (дата обращения: 23.02.2019).
3. Михайлова, Г. А. Особенности изучения иностранных языков в России в разные исторические периоды / Г. А. Михайлова // Исследовательский журнал русского языка и литературы. – 2017. – № 1 (9). – С. 59 – 72.
4. Ушинский, К. Д. Объяснительная записка к проектам Программ учебного курса в воспитательном обществе благородных девиц и СПб Александровском училище / К. Д. Ушинский // Собрание сочинений. – М. – Л. : Изд-во академии педагогических наук РСФСР, 1948. – Т. 2. – С. 291 – 318.
5. Добролюбов, Н. А. Собрание сочинений: в 9 томах. Том 4: Статьи и рецензии. Январь – июнь 1859 / Н. А. Добролюбов. – Л. ; М. : Гослитиздат, 1962. – 495 с.
6. Писарев, Д. И. Наша университетская наука. Сочинения в 4 томах. Том 2: Статьи 1862 – 1864 / Д. И. Писарев. – М. : ГИХЛ, 1955. – 432 с.
7. Вопросы методики преподавания иностранных языков : сборник 1 / Под ред. Н. Э. Мамуна, А. А. Любарской. – М. : Гос. изд-во, 1927. – Т. 1. – 61 с.
8. Crystal, D. The English Language / D. Crystal. – London : Penguin books, 2002. – 312 p.
9. Щерба, Л. В. Преподавание языков в школе: общие вопросы методики / Л. В. Щерба. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Академия, 2002. – 160 с.
10. Китайгородская, Г. А. Методика интенсивного обучения иностранным языкам : учеб. пособие / Г. А. Китайгородская. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1986. – 103 с.
11. Шехтер, И. Ю. Живой язык / И. Ю. Шехтер. – М. : Ректор, 2005. – 240 с.
12. Гальскова, Н. Д. Новые технологии обучения в контексте современной концепции образования в области иностранных языков / Н. Д. Гальскова // Иностранные языки в школе. – 2009. – № 7. – С. 9 – 15.
13. Полат, Е. С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. пособие / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 368 с.

References

1. Voyevoda Ye.V. [Learning foreign languages in Russia], *Sredneye professional'noye obrazovaniye* [Secondary vocational education], 2008, no. 2, pp. 73-75. (In Russ.)
2. <http://www.philol.msu.ru/~istlit2014/pdfs/solopov.pdf> (accessed 23 February 2019).
3. Mikhaylova G.A. [Features of the study of foreign languages in Russia in different historical periods], *Issledovatel'skiy zhurnal russkogo yazyka i literatury* [Research Journal of Russian Language and Literature], 2017, no. 1 (9), pp. 59-72. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Ushinskiy K.D. *Sobraniye sochineniy* [Collected Works], Moscow - Leningrad: Izdatel'stvo akademii pedagogicheskikh nauk RSFSR, 1948, vol. 2, pp. 291-318. (In Russ.)
5. Dobrolyubov N.A. *Sobraniye sochineniy: v 9 tomakh. Tom 4: Stat'i i retsenzii. Yanvar' - iyun' 1859* [Collected Works: in 9 volumes. Volume 4: Articles and reviews. January - June 1859], Leningrad, Moscow: Goslitizdat, 1962, 495 p. (In Russ.)
6. Pisarev D.I. *Nasha universitetskaya nauka. Sochineniya v 4 tomakh. Tom 2: Stat'i 1862 - 1864* [Our university science. Works in 4 volumes. Volume 2: Articles 1862 - 1864], Moscow: GIKHL, 1955, 432 p. (In Russ.)
7. Mamun N.E., Lyubarskaya A.A. [Eds.] *Voprosy metodiki prepodavaniya inostrannykh yazykov: sbornik 1* [Questions of the methodology of teaching foreign languages: collection 1], Moscow: Gosudarstvennoye izdatel'stvo, 1927, vol. 1, 61 p. (In Russ.)
8. Crystal D. *The English Language*, London: Penguin books, 2002, 312 p.
9. Shcherba L.V. *Prepodavaniye yazykov v shkole: obshchiye voprosy metodiki* [Teaching languages at school: general questions of methodology], Moscow: Akademiya, 2002, 160 p. (In Russ.)
10. Kitaygorodskaya G.A. *Metodika intensivnogo obucheniya inostrannym yazykam: uchebnoye posobiye* [Methods of intensive teaching of foreign languages: a training manual], Moscow: Vysshaya shkola, 1986, 103 p. (In Russ.)
11. Shekhter I.Yu. *Zhivoy yazyk* [Living language], Moscow: Rektor, 2005, 240 p. (In Russ.)
12. Gal'skova N.D. [New educational technologies in the context of the modern concept of education in the field of foreign languages], *Inostrannyye yazyki v shkole* [Foreign languages at school], 2009, no. 7, pp. 9-15. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Polat Ye.S., Bukharkina M.Yu. *Sovremennyye pedagogicheskiye i informatsionnyye tekhnologii v sisteme obrazovaniya: uchebnoye posobiye* [Modern pedagogical and information technologies in the education system: a training manual], Moscow: Akademiya, 2008, 368 p. (In Russ.)

The History of the Development of Teaching Foreign Languages in Russia

A. Yu. Ryakhovskaya

Academician I.G. Petrovsky Bryansk State University, Bryansk, Russia

Keywords: methods of teaching foreign languages: methodology of activating the reserve capabilities of an individual and a group; direct; grammar-translation; cognitive-practical; cognitive-comparative; emotional-semantic; audio-lingual; audio-visual; communicative teaching.

Abstract: An attempt was made to trace the history of language education in Russia. The methods, methods and forms of teaching foreign languages from the period of Kievan Rus to the present are considered. Emphasis is placed on the identity of approaches to language education at different historical stages. The modern methods and technologies of teaching foreign languages are systematized, the justification of the communicative method as the leading at the present stage of language education is given.

© А. Ю. Ряховская, 2020

РАЗВИТИЕ ДУХОВНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

А. И. Попов, Н. П. Пучков

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р пед. наук, профессор Н. В. Молоткова

Ключевые слова: духовно-нравственные качества специалистов; педагогические инновации; традиции образовательного учреждения; ценностные ориентации студентов.

Аннотация: Проанализированы некоторые проблемы организации воспитательной работы в техническом вузе и сформулированы задачи ее совершенствования. Предложено развивать духовную составляющую содержания обучения на основе непрерывного трансфера результатов деятельности сотрудников вуза, изучения их роли в развитии профессиональной области и региональной экономики, а также посредством совместной деятельности преподавателя и студентов в рамках цифровизации образования. Сформулированы психолого-педагогические условия интенсификации духовного развития студентов и дано описание комплекса мероприятий по их реализации в техническом образовании.

Усиление конкуренции на рынке труда, изменение его структуры, быстрая смена используемых технологий, вызванная инновационными процессами и цифровизацией, желание значительной части обучающихся и сообщества работодателей формировать наиболее востребованные в настоящий момент трудовые функции приводят к доминированию в высшем образовании составляющей «обучение», а воспитательный компонент образования практически полностью вынесен во внеучебную работу. Проблема воспитания и становления духовности в настоящее время весьма актуальна для системы высшего образования [1 – 3]; она рассматривается или в контексте специфики получаемого образования [4], или с учетом задач конкретного образовательного учреждения [5].

Попов Андрей Иванович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Техника и технологии производства нанопроductов», e-mail: olimp_porov@mail.ru; Пучков Николай Петрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Воспитание должно обеспечивать понимание предназначения человека, позиционировать его как высшую ценность [6]. При этом духовная культура специалиста ориентируется на ценности добра, справедливости, свободы. Отметим, что данные категории достаточно условны. Например, всякое управленческое решение будет несправедливым с позиции какой-либо заинтересованной группы, поэтому должно рассматриваться именно через призму общественного восприятия. В процессе воспитания обучающийся должен для себя определить, что ему необходимо для проявления как личности и как профессионала.

О формировании духовности у граждан страны, членов какого-либо общества и, в первую очередь, у подрастающего поколения, беспокоились во все эпохи человечества, хотя ее понимание и видоизменялось в условиях различной господствующей морали и проводимой государственной политики.

Исторически духовность связана с религией и имела соответствующую трактовку. В России достаточно сильно было влияние христианских идей на становление личности человека, развитие его культуры и формирование духовно-нравственных идеалов, обуславливающих общественную и трудовую деятельность. В том числе и по этой причине российские инженеры превосходили своих коллег из западных стран по уровню культуры [7]. Современное инженерное образование в большей степени чисто профессиональное, поэтому включение изучения основ духовных религиозных мировоззрений в образовательную программу технического вуза на правах факультатива сможет обеспечить для отдельных групп студентов формирование ценностных ориентиров и внутренней мотивации к деятельности на благо общества. Понимание студентами высших религиозных идеалов и восприятие соответствующей энергетики даст сильный импульс к достижению творческих результатов в своей профессии.

Глобализация образования и миграционные процессы привели к формированию многонационального и многоконфессионального студенческого и преподавательского коллективов. Вопросы, связанные с различными религиозными направлениями, их ролью в культурном развитии человечества, проблемы восприятия иных взглядов и взаимодействие между представителями различных национальностей требуют глубокого теоретического изучения и методической подготовки. У образовательной организации просто не хватит возможности, и прежде всего, по наличию специалистов в различных направлениях теологии, для обеспечения воздействия в данном направлении на каждого обучающегося. Поэтому формирование толерантности в деятельности в поликультурном пространстве необходимо осуществлять посредством ознакомления обучающихся с позитивным влиянием представителей различных религиозных учений на решение проблем общества и научно-технического развития. Например, рассказывая о значении деятельности В. Ф. Войно-Ясенецкого для развития советской медицины, следует указать на его гражданскую позицию и подвижничество как иерарха Русской православной церкви и жителя Тамбовской области [8].

В Советском Союзе категорию духовность определял моральный кодекс строителя социализма, а затем и коммунизма. В этих документах, наряду с идеологическими компонентами, явно отражены и общечелове-

ческие ценности и ориентиры. В ряде профессиональных областей появились дополнительные элементы, регламентирующие духовность и нравственные качества (клятва Гиппократ в медицине, воинская присяга в Вооруженных Силах и т.п.).

С течением времени возникло понятие внерелигиозной духовности; ее источник – внутренний опыт человека и сила духа. Но, тем не менее, моральные ценности и традиции (характерные для духовности) сконцентрированы в религии и искусстве: духовные виды деятельности не связаны с естествознанием, а тем более с техникой. В то же время каждый человек имеет свой постоянно изменяющийся духовный мир, так как духовность – это образ жизни, способность человека жить в гармонии с собой и обществом, готовность направлять свои действия на благие цели. Духовность побуждает человека к поступкам, имеющим положительный результат для развития человечества и конкретного индивидуума.

Современный период жизни страны характерен наличием поколений, родившихся и выросших в различные эпохи, воспитанных на различных идеалах и имеющих различные ценностные ориентиры. Идеология переходного периода пока не выработала универсальных подходов к формированию духовности. В этом исследовании акцент сделан на проблемах развития духовности в условиях обучения студентов (будущей опоры общественной жизни и развития производства) в высшем техническом учебном заведении.

Духовность человека во многом определяет занимаемую им гражданскую позицию, приверженность общечеловеческим ценностям. Реализация воспитательного процесса на уровне образовательного учреждения (включающая общероссийские акции, например «Бессмертный полк», деятельность волонтерского движения, экологические мероприятия) позволяет развивать чувство гражданской ответственности и правовое сознание на глобальном уровне. Но поскольку значительное количество воспитательных мероприятий не отражают профессиональный контекст и не всегда связаны со значимыми для обучающегося представителями референтных групп, то есть некая идеализация и оторванность процесса формирования духовно-нравственных качеств от реальной жизни и будущей деятельности. Особенно этот разрыв заметен для технического образования, где большинство преподавателей не имеют педагогического образования и, соответственно, не ориентированы на рассмотрение воспитания как важной профессиональной задачи, и не задумываются о включении в программу освоения технических дисциплин мероприятия воспитательного характера.

Техническое образование, как уже отмечалось, имеет свои прагматические цели и позволяет человеку достаточно комфортно чувствовать себя в области техники и используемых в производстве технологий, однако явно недостаточно и нецеленаправленно развивает его духовный мир. И каждый специалист это чувствует в сложных морально-этических ситуациях производственной деятельности или в процессе непрофессиональных контактов. Избежать такой ситуации возможно при насыщении технического образования компонентами, способствующими развитию духовности.

Одним из возможных направлений развития духовности студентов может быть патриотическое воспитание, построенное в рамках союза поколений образовательного учреждения и направленное на воспитание профессиональной гордости и чувства причастности к научно-образовательной деятельности вуза. Важной задачей будет установления эмоциональной связи «преподаватель – студент». С развитием научно-технического прогресса и цифровизации преподаватель перестает быть приоритетным источником информации для студента, поэтому вынужден поддерживать свой статус иным образом. В то же время личные интересы и способности молодого поколения в использовании инновационных технологий могут быть эффективно интегрированы с опытом и широким кругом знаний (в том числе и моральных принципов) преподавателя в их совместной деятельности.

Организуя духовно-нравственное воспитание в техническом вузе, необходимо, ориентируясь на будущую профессию, учитывать специфику контингента обучающихся, значительная часть которых осваивали в школе гуманитарные дисциплины лишь на пороговом уровне и больше были ориентированы на становление аналитического мышления и развитие математических интеллектуальных способностей и технического творчества. Достаточно часто студенты технических специальностей слабо знают культурные достижения эстетического характера, историю своего края и культурные и научно-технические достижения земляков. Большую положительную роль может сыграть изучение истории (страны, города-местожительства, места учебы и т.п.). Правдивая история является действенным механизмом идейно-воспитательной работы, а поэтому и развития духовности.

Другим проблемным моментом становления специалиста в техническом вузе является формирование отношения к профессиональной деятельности не только как способу своего финансового обеспечения, но и как значимой для общества деятельности, решающей задачи национального и международного характера и обеспечивающей достижение общечеловеческих ценностей.

В последнее время изменяется позиционирование инженерной деятельности в общественном сознании. Государственная политика направлена на интенсификацию производственного сектора и дополнительное финансирование технического образования. Но искаженное представление жизненных ценностей некоторыми средствами массовой информации, проникновение в российскую культуру западных идеалов жизненной реализации осложняют духовно-нравственное развитие молодежи и не всегда обеспечивают осознанное самоопределение.

Размытость ценностных ориентиров и недостаточно прочный для противостояния чуждым идеалам духовный стержень личности молодого специалиста осложнит его включение в общественные процессы и инновационную трансформацию страны. Несомненно, высокий уровень профессиональных компетенций и владения навыками экономического обоснования технических решений позволит выпускнику вуза участвовать в подготовке и реализации новшества, обеспечивающего существенный экономический результат. Но при разработке инновационных проектов

всегда присутствуют ситуации морального выбора и этического характера, критериями оптимальности разрешения которых являются не только экономические показатели. Разработанная техническая или технологическая инновация должна быть направлена на сбалансированное удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон, решать задачи повышения благосостояния работника и прибыльности предприятий интегрировано с достижением гуманистических целей и разрешением глобальных проблем экологии, способствовать росту валового внутреннего продукта при соблюдении прав и интересов жителей конкретной местности. При этом было бы целесообразно обеспечивать условия для творческого самовыражения каждого работника данного предприятия. Комплексное исследование проблемного поля профессиональной деятельности и внутренняя убежденность в необходимости действовать в интересах всего общества и отдельных его представителей, с которыми работник находится в постоянном взаимодействии, предполагает высокое развитие правовой культуры человека, его отношения к общечеловеческим ценностям, интеграцию в сознании общественных целей, целей работодателя и личностных устремлений. Формирование у студентов активной гражданской позиции, духовно-нравственных качеств, приверженности идеалам гуманизма в условиях современного общества, понимания возможности внутриличностных конфликтов и владение механизмами их преодоления является глобальной целью совершенствования всей системы образования. Задача научно-педагогических работников технического вуза заключается в том, чтобы разрабатывать новые или адаптировать существующие психолого-педагогические подходы, которые бы позволили при освоении профессии реализовать принципы воспитывающего обучения, совмещающего формирование готовности к выполнению трудовых функций и становление ценностных ориентиров студента.

Если источник внерелигиозной духовности – внутренний опыт человека, то полезно этот опыт передавать из поколения к поколению, учить новое поколение на положительном опыте предшественников. Самая лучшая ситуация, когда передача опыта происходит от значимых для обучающегося людей, связанных с его нынешней учебной или будущей профессиональной деятельностью.

Одной из перспективных форм организации обучения, интегрирующей профессиональную направленность и воспитание личностных качеств обучающихся, в том числе и передачу профессионального и личного опыта является олимпиадное движение студентов [9]. Олимпиадное движение, дополненное неформальным образованием и неформальным саморазвитием в цифровом образовательном пространстве, является развитием и углублением самостоятельной работы по дисциплине. В соревновательной части олимпиадного движения у обучающегося интенсивно развиваются способности к анализу проблемной ситуации и готовность к принятию ответственности за свои решения. А во время прохождения развивающих этапов создаются условия для формирования командного духа, понимания ценности творчества в профессиональной деятельности инженера. Поэтому создание в вузе специальной креативной учебно-воспитательной среды олимпиадного движения [9] способствует разрешению сформулированных

выше проблем становления духовности специалиста. В частности, на основе анализа опыта организации творческой познавательной деятельности студентов выявлена существенная роль преподавателя – руководителя олимпиадной группы в формировании мотивации к самоорганизации деятельности и нацеленности на поиск нестандартных подходов к решению задач и дальнейшему исследованию проблемных ситуаций, лежащих в их основе [10, 11]. При этом такой преподаватель – энтузиаст олимпиадного движения – не только лидер в изучаемой предметной области, но и ориентир в познании культурного пространства и отношения к действительности, он показывает пример поведения в сложных ситуациях нравственного выбора. Основной особенностью олимпиадного движения является его нерегламентированный характер, когда объем и формат взаимодействия зависит от внутренней потребности всех участников, поэтому общение студентов и преподавателей носит свободный характер (при уважении к интересам и личности друг друга и соблюдении этических норм и правил педагогического взаимодействия). Эмоциональное воздействие преподавателя на становление общей культуры студента и повышение его эстетического уровня, формирование готовности к техническому творчеству при соблюдении нравственных норм происходит во время совместной интенсивной познавательной деятельности, рефлексии и релаксации.

В то же время задачи традиционно организуемого учебного процесса при освоении образовательной программы не ориентированы на оказание влияния преподавателя на духовность и личностные качества своих студентов. Это детерминировано многими причинами, одна из которых – загруженность преподавателя (не только учебной и научной работой, но и выполнением значительного количества бюрократических процедур) и малая продолжительность контактной работы со студентами согласно учебному плану. Цифровизация в образовании также обуславливает сокращение времени и возможности контактной работы преподавателя со студентами, что уменьшает возможность формирования духовности. Преподаватель зачастую даже не успевает запомнить студентов по именам (не говоря об изучении их личностных характеристик и гражданской позиции), а студент рассматривает преподавателя только как транслятор определенной информации. При этом вклад преподавателя в развитие своей научной области и его отношение к осуществляемой научно-исследовательской деятельности, выполнение общественных обязанностей и культурный уровень остается скрытым для студента. Еще меньше знают студенты о научных результатах деятельности коллектива учебного заведения за предшествующий их обучению в вузе период и их практическом значении для региональной экономики. А ведь каждый научно-педагогический работник внес свой вклад и в методiku преподавания, и в получение новых знаний, и в выполнение прикладных исследований для решения технических и технологических проблем региона. Незнание истории своего учебного заведения, процесса становления своей профессиональной области и связи с развитием предприятий и организаций региона не позволяет говорить о законченности высшего образования (хотя данные компетенции напрямую в ФГОС ВО не прописаны).

Празднование памятных дат в истории вуза дают возможность студентам ощутить гордость и причастность к его деятельности. Наиболее значимые события из жизни образовательного учреждения сегодняшнего дня и его взаимодействие с обществом и экономикой рекомендательно широко освещаются в электронной информационно-образовательной среде и средствах массовой информации университета. Но необходима целенаправленная работа по включению в блок дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений, изучения персонального вклада работников вуза в развитие науки, вуза и региона, а также опыта взаимодействия вуза с промышленными предприятиями [12]. В этих условиях целесообразно использовать положительные возможности цифровизации образования в рамках совместной работы преподавателя и студентов в цифровом пространстве.

На основе личных наблюдений в процессе преподавания и посещения других вузов Российской Федерации, бесед с коллегами-преподавателями, студентами и их родителями (законными представителями), опросов выпускников вуза сформулированы некоторые, доступные для реализации в вузе, психолого-педагогические условия интенсификации духовного развития студентов в процессе получения ими технического образования:

- организация различного рода взаимодействия со студентами с целью развития личностных качеств преподавателя, формирования его нацеленности на сопереживание студенту и сотрудничеству с ним, готовности к сотворчеству, изменения ценностных ориентиров в сторону приоритетности педагогики как высшей ценности [13];

- отражение в содержании обучения результатов деятельности научно-педагогических сотрудников вуза (как работающих сейчас, так и закончивших трудовую деятельность) посредством включения соответствующей информации в учебные программы (как основные, так и вспомогательные);

- привлечение обучающихся к трансферу научных разработок преподавателей в учебный процесс, организация совместного творчества студентов и преподавателей по созданию инструментально-педагогических средств;

- адаптация под современное состояние науки и общественное развитие методических разработок и учебно-методической документации прошлых лет, отвечающих задачам реализации творческого развивающего образования, перевод их в цифровой формат и позиционирование педагогического мастерства авторского коллектива;

- популяризация результатов участия научно-педагогических работников образовательного учреждения в решении проблем развития региона, а также их вклада в обеспечение экономического роста страны и области за период их трудовой активности;

- изучение студентами результатов деятельности сотрудников вуза в общественной и культурной жизни города для демонстрации многогранности их личности и закрепления в сознании обучающихся ценности единения духовной и профессиональной составляющей деятельности специалиста;

- создание силами студентов и преподавателей цифровой энциклопедии становления вуза, формирования его научно-педагогических кадров;
- развитие олимпиадного движения по инженерным дисциплинам, вовлечение в него обучающихся на уровне, соответствующем их интеллектуальному и креативному развитию и внутренней мотивации для закрепления ценностных ориентиров на профессиональное творчество;
- расширение цифрового взаимодействия студентов и преподавателей в электронной информационно-образовательной среде вуза и социальных сетях для повышения степени эмоционального взаимного влияния и организация совместного творчества.

В нашем вузе уже имеется опыт работы, связанной с патриотическим воспитанием и формированием духовных ценностей:

- проводятся патриотические автопробеги по области, пешие маршруты;
- реализуются факультативные курсы по истории области;
- функционирует музей университета, позволяющий приобщиться к его истории всем, и, прежде всего, первокурсникам;
- создана галерея заслуженных, почетных работников вуза;
- приглашаются на юбилейные торжества ветераны университета, лучшие выпускники. Например, активное участие в жизни университета до сих пор принимает Анатолий Васильевич Сметанин, участник Великой Отечественной войны, проработавший в вузе более полувека и торжественно отметивший в прошлом году свое столетие.

Ключевые результаты профессиональной деятельности бывших руководителей и ведущих специалистов ТГТУ, их влияние на формирование системы образования и подготовки кадров для региональных предприятий были отражены в изданиях университета, например в работе [14]. Для знакомства студентов и преподавателей университета с его историей создана в вузовской газете «Alma Mater» постоянная рубрика «Они были первыми», посвященная первым преподавателям образовательного учреждения, его руководителям, ветеранам, признанным ученым.

Внесение корректировок в разработку и реализацию образовательных программ на основе учета сформулированных психолого-педагогических условий позволит решить целый комплекс воспитательных задач. Во-первых, знакомство с историей вуза и творческой профессиональной деятельностью его сотрудников не только повысит лояльность к образовательному учреждению, но и сформирует чувство сопричастности к его развитию, создаст мотивацию к активному участию в его жизни (вначале как участника образовательного процесса, а затем и исполнителя фундаментальных и прикладных научных исследований). Во-вторых, понимание значимости профессиональной деятельности для развития экономики региона укрепит ценностную ориентацию студентов на активную профессиональную самореализацию. В-третьих, повышается уровень доверия к преподавателям, усиливается эмоциональное взаимодействие между участниками образовательного процесса, что обеспечит его интенсификацию и создает предпосылки для творческого формирования компетенций, а также для передачи основ мировоззрения и культуры. В-четвертых, будет создаваться мотивация к творческому применению профессиональных знаний, нацеленность на участие в инновационных процессах.

Соблюдение при организации образовательного процесса данных психолого-педагогических условий позволит не только существенно продвинуться в духовно-нравственном воспитании студентов, но и обеспечит предпосылки для духовного развития каждого преподавателя, его становления как педагога, учителя. В первую очередь это касается молодых преподавателей, проходящих свое становление в период переходных социально-экономических процессов. Включение их в совместную со студентами познавательную деятельность в области истории вуза будет способствовать совершенствованию их креативно-педагогических компетенций. Другими положительными результатами в развитии научно-педагогических работников вуза будет интеграция их научной деятельности (которую большинство преподавателей считает приоритетной) и образовательной, нацеленность на продвижение педагогических инноваций и внедрение новых образовательных технологий.

Для обеспечения реализации сформулированных выше условий развития духовности в вузе необходимо осуществить следующий комплекс мероприятий по совершенствованию образовательного процесса.

1. *Трансфер результатов научно-исследовательской работы научно-педагогических работников вуза в реализуемые основные профессиональные образовательные программы.* Преподаватель анализирует результаты своих научных и научно-педагогических изысканий, возможность их использования при совершенствовании образовательной программы и достижения запланированных результатов обучения и воспитания. Особое внимание уделяется результатам прикладных исследований по заказам промышленных предприятий, которые могут быть использованы для разработки дисциплин по выбору и факультативных дисциплин. Необходимо не только отразить в содержании обучения новые объекты техники и технологии, но и методику их создания, методологию научных исследований и роль преподавательского состава в получении новых знаний. Целесообразно проектировать творческие задачи и кейсы на основе исследуемых проблемных ситуаций.

2. *Насыщение содержания обучения по техническим дисциплинам компонентами, связанными с деятельностью вуза.* При изложении учебного материала акцентируется внимание обучающихся на участии ученых университета в развитии соответствующей научной области, возможности использования полученных результатов в решении конкретных профессиональных задач известных обучающемуся хозяйствующих субъектов.

3. *Организация совместной познавательной деятельности преподавателей и студентов по цифровизации методического наследия вуза.* Создается творческий коллектив из преподавателей и студентов, стремящихся к углубленному изучению дисциплины и владеющих цифровыми технологиями для переработки существующих в вузе учебно-методических комплексов. Задача преподавателя оценить уровень соответствия данных комплексов современному научному и методическому уровню, а затем совместно со студентами проверить эффективность включенных в них педагогических инструментов (посредством выполнения студентами заданий и совместной рефлексии вместе с преподавателем). После этого обучающиеся переводят учебные комплексы в цифровой формат на основе

использования методологии создания электронных образовательных ресурсов и потенциала цифровизации.

4. *Организация совместной деятельности преподавателей и студентов по воссозданию истории вуза и его структурных подразделений; создание цифровой энциклопедии вуза и включение в образовательные программы соответствующей факультативной дисциплины.* Обучающимся дается задание собрать информацию о профессиональном пути, духовной и культурной жизни и полученных результатах преподавателями, завершившими трудовые отношения с образовательной организацией. Акцентируется внимание обучающихся на значении трудовой деятельности преподавателей для развития вуза, решения задач своей научной и профессиональной области и региональной экономики. Создание цифрового ресурса о научно-педагогических работниках, стоявших у истока вуза, с которым смогут ознакомиться студенты и молодые преподаватели, обеспечит предпосылки для духовного единения нынешнего коллектива и поможет ему целенаправленно двигаться к достижению новых вершин.

Факультативная дисциплина «История становления и традиции университета», реализуемая в первом семестре, позволит обучающимся быстрее адаптироваться к студенческой жизни и будет способствовать проявлению ими интеллектуальной активности в познавательной и общественной деятельности.

5. *Расширение олимпиадного движения студентов.* Для этого, прежде всего, необходимы поддержка преподавателей – организаторов творческого саморазвития студентов, создание систем мотивации и стимулирования студентов к участию в олимпиадном движении.

6. *Увеличение доли и расширение спектра воспитательной работы кураторов студенческих групп, помощь в организации проектирования студентами персональных образовательных траекторий.* Однако зачастую работа кураторов больше направлена на решение академических проблем обучающихся; если же студент хорошо учится и не совершает противоправных поступков, то куратор практически не взаимодействует с ним. Между ними нет достаточного круга общения и, соответственно, нет психологического и эмоционального воздействия преподавателя на студента.

Измерить уровень духовности, количественно оценить результаты ее развития весьма проблематично, но заметить повышение данного уровня возможно. Например, свидетельства духовного развития обучающихся следующие: более ответственное отношение студентов к своей деятельности (прежде всего, учебной), активная помощь однокурсникам в освоении профессиональных знаний, интенсификация коллективной деятельности и установление эффективных контактов в коллективе при проектной деятельности, стремление совершенствовать образовательный процесс, отсутствие негативных поступков и т.п. Становление духовной культуры студента подтверждается также тем, что он больше интересуется духовной жизнью своих однокурсников, преподавателей, учебного заведения, стремится участвовать в развитии университета и популяризации своей профессиональной области.

Реализация предложенного комплекса мероприятий через реструктуризацию содержания технического образования в направлении укрепления его связи с деятельностью конкретных людей – преподавателей вуза,

с именами которых студент может быть знаком или взаимодействует в настоящее время, способствует формированию ценностных ориентаций на творческую инновационную деятельность и профессиональную самореализацию на основе гармоничного сочетания общественных и личностных интересов. Установление на основе совместной деятельности неформального контакта обучающихся с кураторами будет закладывать фундамент для взаимного духовно-нравственного развития, а методическая помощь куратора в проектировании и прохождении персонального образовательного трека позволит развивать творческое практическое мышление и самостоятельность обучающихся, их готовность к активной профессиональной, общественной жизни, дальнейшему саморазвитию и духовному совершенствованию.

Список литературы

1. Конобеев, Г. М. Познание, духовность и профессионализм в процессе образования / Г. М. Конобеев // Проблемы высшего образования. – 2019. – № 1. – С. 111 – 114.
2. Петренко, М. А. Проблема развития профессионального сознания в высшем образовании в контексте духовности / М. А. Петренко // Научно-педагогическая школа академика РАО Е. В. Бондаревской в развитии образования Юга России : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 22 января 2016 г., Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону, 2016. – С. 228 – 232.
3. Белоконева, Е. В. К вопросу о понятии «духовность» в сфере высшего профессионального образования / Е. В. Белоконева, Д. А. Бешенец // Высшее образование сегодня. – 2015. – № 9. – С. 75 – 79.
4. Тюрина, Т. Г. Формирование духовности студенческой молодежи – важнейшая задача ноосферного образования / Т. Г. Тюрина // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 12. – С. 90 – 94.
5. Семикина, А. В. Духовность как одна из ценностей российского профессионального высшего образования, реализуемого в опорном университете / А. В. Семикина, Т. А. Лопатухина // Известия Волгоградского пед. ун-та. – 2016. – № 9-10 (113). – С. 49 – 55.
6. Полищук, Н. В. Философия образования – фундатор духовности молодого поколения в эпоху научно-технического прогресса / Н. В. Полищук // Философия образования. – 2013. – № 2 (47). – С. 166 – 172.
7. Михалкин, В. С. К цивилизационным истокам физического образования технического университета: метафизика и духовность, сакральность и синергия / В. С. Михалкин // Метафизика. – 2017. – № 2 (24). – С. 138 – 145.
8. Косачев, И. Д. Профессор Валентин Феликсович Войно-Ясенецкий – хирург и архиепископ (к 130-летию со дня рождения) / И. Д. Косачев, П. Ф. Гладких, А. Е. Яковлев // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 2007. – Т. 166, № 4. – С. 98 – 101.
9. Попов, А. И. Методологические основы и практические аспекты организации олимпиадного движения по учебным дисциплинам в вузе : монография / А. И. Попов, Н. П. Пучков. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 212 с.
10. Попов, А. И. История становления и тенденции развития олимпиадного движения по теоретической механике : монография / А. И. Попов ; под науч. ред. Н. П. Пучкова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 136 с.
11. Попов, А. И. Духовно-нравственное воспитание в олимпиадном движении студентов / А. И. Попов // Образование и наука. – 2014. – № 3 (112). – С. 92 – 106.

12. Пучков, Н. П. Исторические аспекты взаимодействия вузов и предприятий при целевой подготовке специалистов / Н. П. Пучков, Т. Ю. Дорохова, В. Г. Однолюбо // *Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. – 2018. – № 1 (67). – С. 112 – 123. doi: 10.17277/voprosy.2018.01.pp.112-123

13. Казанский, О. А. Педагогика как любовь / О. А. Казанский. – М. : Российское педагогическое агентство, 1996. – 133 с.

14. Пучков, Н. П. В. В. Власов – первый ректор инженерного вуза на Тамбовщине // Н. П. Пучков, А. А. Попова // *Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. – 2015. – № 3 (57). – С. 11 – 19. doi: 10.17277/voprosy.2015.03.pp.011-019

References

1. Konobeyev G.M. [Cognition, spirituality and professionalism in the process Education], *Problemy vysshego obrazovaniya* [Problems of Higher Education], 2019, no. 1, pp. 111-114. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Petrenko M.A. *Nauchno-pedagogicheskaya shkola akademika RAO Ye. V. Bondarevskoy v razvitii obrazovaniya Yuga Rossii: sbornik trudov Nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Scientific and Pedagogical School of Academician of the Russian Academy of Education E. V. Bondarevskaya in the development of education in the South of Russia: collection of works of Scientific and Practical conferences with international participation], 22 January, 2016, Rostov-on-Don, 2016, pp. 228-232. (In Russ.)

3. Belokoneva Ye.V., Beshenets D.A. [On the issue of the concept of “spirituality” in the field of higher professional education], *Vyssheye obrazovaniye segodnya* [Higher education today], 2015, no. 9, pp. 75-79. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Tyurina T.G. [The formation of the spirituality of students is an important task of noosphere education], *Vyssheye obrazovaniye segodnya* [Higher education today], 2014, no. 12, pp. 90-94. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Semikina A.V., Lopatukhina T.A. [Spirituality as one of the values of the Russian professional higher education, implemented in a reference university], *Izvestiya Volgogradskogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd Pedagogical University], 2016, no. 9-10 (113), pp. 49-55. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Polishchuk N.V. [Philosophy of education - the founder of spirituality of the young generation in the era of scientific and technological progress], *Filosofiya obrazovaniya* [Philosophy of education], 2013, no. 2 (47), pp. 166-172. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Mikhalkin V.S. [Toward the civilizational sources of physical education at a technical university: metaphysics and spirituality, sacredness and synergy], *Metafizika* [Metaphysics], 2017, no. 2 (24), pp. 138-145. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Kosachev I.D., Gladkikh P.F., Yakovlev A.Ye. [Professor Valentin Feliksovich Voyno-Yasenetsky - surgeon and archbishop (on the occasion of his 130th birthday)], *Vestnik khirurgii im. I. I. Grekova* [Bulletin of Surgery named after I.I. Grekov], 2007, vol. 166, no. 4, pp. 98-101. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Popov A.I., Puchkov N.P. *Metodologicheskiye osnovy i prakticheskiye aspekty organizatsii olimpiadnogo dvizheniya po uchebnym distsiplinam v vuze: monografiya* [Methodological foundations and practical aspects of the organization of the olympiad movement in academic disciplines at the university: monograph], Tambov: Izdatel'stvo GOU VPO TGTU, 2010, 212 p. (In Russ.)

10. Popov A.I., Puchkov N.P. [Ed.] *Istoriya stanovleniya i tendentsii razvitiya olimpiadnogo dvizheniya po teoreticheskoy mekhanike: monografiya* [The history of formation and development trends of the olympiad movement in theoretical mechanics: monograph], Tambov: Izdatel'stvo Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2010, 136 p. (In Russ.)

11. Popov A.I. [Spiritual and moral education in the olympiad movement of students], *Obrazovaniye i nauka* [Education and Science], 2014, no. 3 (112), pp. 92-106. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Puchkov N.P., Dorokhova T.Yu., Odnol'ko V.G. [Historical aspects of the interaction of universities and enterprises with targeted training of specialists], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2018, no. 1 (67), pp. 112-123, doi: 10.17277/voprosy.2018.01.pp.112-123 (In Russ., abstract in Eng.)

13. Kazanskiy O.A. *Pedagogika kak lyubov'* [Pedagogy as love], Moscow: Rossiyskoye pedagogicheskoye agentstvo, 1996, 133 p. (In Russ.)

14. Puchkov N.P., Popova A.A. [V. V. Vlasov, the first rector of an engineering university in the Tambovskhina region], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2015, no. 3 (57), pp. 11-19, doi: 10.17277/voprosy.2015.03.pp.011-019 (In Russ., abstract in Eng.)

The Development of Spirituality in Technical Education

A. I. Popov, N. P. Puchkov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: spiritual and moral qualities of specialists; pedagogical innovations; educational institution traditions; students' value orientations.

Abstract: Some problems of the organization of educational work in a technical university are analyzed and the tasks of its improvement are formulated. It is proposed to develop the spiritual component of the learning content on the basis of a continuous transfer of the results of the university employees, studying their role in the development of the professional field and regional economy, as well as through the joint activities of teachers and students in the framework of digitalization of education. Psychological and pedagogical conditions for the intensification of the spiritual development of students are formulated; and a set of measures for their implementation in technical education is described.

© А. И. Попов, Н. П. Пучков, 2020

Памяти профессора Мильруда Радислава Петровича



(20.10.1948 – 18.04.2020)

18 апреля 2020 года научно-педагогическое сообщество понесло огромную утрату. Ушел из жизни замечательный Человек, прекрасный педагог и блестящий ученый Радислав Петрович Мильруд.

Последние годы жизни Радислава Петровича связаны с ТГТУ. Он пришел в технический университет в 2012 году и органично влился в небольшой, но сплоченный коллектив кафедры «Международная профессиональная и научная коммуникация». Удивительно, но к тому моменту все мы очень хорошо знали Радислава Петровича, так как многие из нас были его учениками или коллегами по работе в Тамбовском государственном педагогическом институте. Новость о его переходе в наш университет была воспринята с большим энтузиазмом и радостью. Мы понимали, что вместе с нами будет работать один из крупнейших ученых, талантливый педагог и просветитель, автор множества учебных пособий и великолепный методист, подготовивший не один десяток аспирантов и докторантов.

Работать с Радиславом Петровичем было очень легко и приятно. Его достижения и признание в среде российских и зарубежных преподавателей английского языка не мешали ему оставаться «земным» и чутким человеком. С его приходом кафедра получила новый импульс развития: создана лаборатория «Академическое письмо и профессиональная коммуни-

кация»; совместно с коллегами успешно реализованы проекты по созданию виртуального тренажера для написания научных статей на английском языке; разработаны программы повышения квалификации по академическому письму; под его редакцией опубликованы коллективные монографии в зарубежных издательствах. Пытливый ум, недюжинный багаж знаний и опыт педагога помогали справляться с задачами разной степени сложности.

Радислава Петровича очень любили учителя. Это была действительно всенародная любовь, которую он заслужил благодаря своему таланту и умению говорить с педагогами на их языке. Он знал учительские нужды и проблемы не понаслышке. Именно поэтому на методических встречах, которые кафедра организовывала для коллег из общеобразовательных и средне-специальных учебных заведений, Радислав Петрович всегда с удовольствием делился опытом и консультировал учителей. Его советы были ценны и своевременны.

Вся его жизнь была связана с методикой преподавания английского языка. Закончив с отличием английское отделение Тамбовского государственного педагогического института, Радислав Петрович начал свой профессиональный путь в 1970 году в институте иностранных языков. Он работал на факультетах общественных профессий, историческом и иностранных языков, но с самого начала посвящал большую часть времени научно-исследовательской деятельности. После окончания аспирантуры в 1977 году и успешной защиты кандидатской диссертации в Ленинградском государственном педагогическом институте имени А. И. Герцена, Радислав Петрович вернулся в Тамбов и продолжил работу в ТГПИ (впоследствии ТГУ им Г. Р. Державина), с которым его связывают 35 лет жизни и творчества. В 1992 году он защитил докторскую диссертацию на тему «Развивающее обучение средствами иностранного языка в средней школе» в НИИ общего среднего образования Академии педагогических наук, а год спустя ему присвоили ученое звание профессора по кафедре английского языка. На протяжении 30 лет возглавлял кафедру английского языка, которая в 1996 году была преобразована в кафедру теории и практики преподавания английского языка.

Радислав Петрович – ученый с мировым именем. Его работы публиковались в ведущих российских и зарубежных научных журналах («Вопросы психологии», «Иностранные языки в школе», «Иностранные языки в высшей школе», *ELT Journal* и др.). Им была создана научная школа «Преподавание английского языка в глобальном межкультурном пространстве». С 1989 по 1997 годы Радислав Петрович координировал программу международного студенческого обмена с Нортумбрийским университетом (Великобритания), руководил рядом международных проектов Британского совета: «Дистанционная модель повышения квалификации преподавателей английского языка как иностранного» (совместно с Ман-

честерским университетом, Великобритания), «Критический взгляд на современное британское кино» (в сотрудничестве с коллегами из университетов Германии, Индии и Чехии). За реализацию последнего в Лондоне ему вручили награду Британского совета ELTAward. Он также читал лекции по психологии научения иностранному языку в американских университетах по гранту Fulbright.

Под его руководством защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций. Ученики Радислава Петровича успешно работают в образовательных учреждениях Тамбовской области и по всей стране. По его учебникам серий Starlight и City Stars изучают английский язык школьники всей страны.

В памяти коллег и учеников Радислав Петрович навсегда останется чутким и мудрым руководителем, блестящим ученым, умнейшим и гуманным человеком.

Н. А. Гунина,
*кандидат филологических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Иностранные языки
и профессиональная коммуникация», ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

О. Е. Поляков,
*доктор педагогических наук, профессор,
заведующий кафедрой лингвистики и гуманитарно-
педагогического образования, ФГБОУ ВО «ТГУ им Г. Р. Державина»*

ДЛЯ ЗАМЕТОК
