

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ САХАЛИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВЫПУСК XXII/2023

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ВЫПУСКА:
САРКИСЯН ЛАРИСА ЮРЬЕВНА,
канд. экон. наук, доцент.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

КАРЕВ Борис Анатольевич, д-р пед. наук, академик РАО;	БОЯРОВ Евгений Николаевич, д-р пед. наук, доцент;
ГЕРАСИМОВ Виктор Михайлович, д-р тех. наук, профессор;	ДЕНИСОВА Янина Вячеславовна, канд. биол. наук, доцент;
ИКОННИКОВА Елена Александровна, д-р филол. наук, профессор;	КОНЬКОВ Александр Тимофеевич, д-р соц. наук, доцент;
НАГАЕВА Татьяна Ивановна, д-р юрид. наук, доцент;	ПОТАПОВА Наталья Владимировна, д-р истор. наук, профессор;
СТРОКИН Константин Борисович, д-р экон. наук, доцент;	ТО КЕН СИК, д-р экон. наук;
ЭРДЫНЕЕВА Клавдия Гомбожаповна, д-р пед. наук, профессор;	ЮСУПОВ Дмитрий Валерьевич, канд. геол.-минер. наук, доцент.

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

693008, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290.

Журнал зарегистрирован Дальневосточным окружным межрегиональным
территориальным управлением Министерства Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № 15-0358 от 5 июня 2002 г.*

С электронной версией журнала можно ознакомиться
на сайте Сахалинского государственного университета
www.sakhgu.ru в разделе «Изданное».

Подписано в печать 28.12.2023. Дата выхода в свет 28.12.2023 г.
Формат 60x84^{1/8}. Тираж 500 экз.

Адрес редакции и издателя: 693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32. Тел./факс (4242) 45-23-16. E-mail: izdatelstvo@sakhgu.ru	Адрес типографии: 693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 3. Тел./факс (4242) 45-23-16. E-mail: polygraph@sakhgu.ru
--	--

PROCEEDINGS OF SAKHALIN STATE UNIVERSITY

ISSUE XXII/2023

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Learning
“Sakhalin State University”

EDITOR:

SARKISYAN Larisa Yurievna, Candidate of Economic Sciences.

EDITORIAL COUNCIL:

KAREV Boris Anatolyevich, Dr. of Pedagogical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences;	BOYAROV Evgeny Nicolaevich, Dr. of Pedagogical Sciences, Associate Professor;
GERASIMOV Viktor Mikhailovich, Dr. of Technical Sciences, Professor;	DENISOVA Yanina Vyacheslavovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
IKONNIKOVA Elena Alexandrovna, Dr. of Philology., Professor;	KONKOV Alexander Timofeevich, Dr. of Sociology, Associate Professor;
NAGAEVA Tatiana Ivanovna, Dr. of Law, Associate Professor;	POTAPOVA Natalia Vladimirovna, Dr. of History, Professor;
STROKIN Konstantin Borisovich, Dr. of Economics, Associate Professor;	TO KEN SIK, Doctor of Economics;
ERDINEEVA Claudia Gombozhapovna, Dr. of Pedagogical Sciences, Professor;	YUSUPOV Dmitry Valerievich, PhD, Associate Professor.

FOUNDER

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Learning
“Sakhalin State University”
693008, Lenin St., 290, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Journal is registered by Far Eastern District Interregional Territorial Department
of Russian Federation Ministry for Affairs of the Press, Television and Radio Broadcasting
and Mass Communication Media

Mass media registration certificate PI № 15-0358 of June 5, 2002.

On-line version of journal you can see on **www.sakhgu.ru**

Passed for printing 28.12.2023. Date of publication 28.12.2023.

Format 60x84¹/₈. Circulation 500.

Address of editors office and publishing:
693008, of. 32, Lenina St., 290,
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
Tel./fax (4242) 45-23-16
E-mail: izdatelstvo@sakhgu.ru

Address of Printed Printing office:
693008, of. 3, Lenina St., 290,
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
Tel./fax (4242) 45-23-16
E-mail: polygraph@sakhgu.ru

СОДЕРЖАНИЕ**CONTENTS****ОПТИМИЗАЦИЯ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНИКИ
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ****OPTIMIZATION
AND IMPROVEMENT
OF BIOTECHNICS OF ARTIFICIAL
BREEDING OF PACIFIC SALMON**

Литвиненко А. В., Гурова Ю. Н.
САХАЛИНСКИЙ ТАИМЕНЬ ПАРАНУХО
PERRYI (BREVOORT) КАК ОБЪЕКТ
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ ОХОТСКОГО ЛОСОСЕВОГО
РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА..... 8

Litvinenko A. V., Gurova Yu. N.
SAKHALIN TAIMEN PARAHUCHO
PERRYI (BREVOORT) AS AN OBJECT
OF ARTIFICIAL BREEDING
IN THE CONDITIONS OF THE
OKHOTSK SALMON HATCHERY 8

Литвиненко А. В., Карпенко И. В.
ПОДРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ОЗЕРНОЙ
ФОРМЫ КЕТЫ В САДКАХ И ПИТОМНИКЕ
ЛОСОСЕВОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА
«ОЗЕРО» (О. ИТУРУП)..... 13

Litvinenko A. V., Karpenko I. V.
GROWING JUVENILES OF THE LACUSTRINE
FORM OF CHUM SALMON IN CAGES AND
NURSERY OF THE SALMON FISH HATCHERY
"OZERO" (ITURUP ISLAND)..... 13

Литвиненко А. В., Стульников Д. В.
СПЕЦИФИКА ИСКУССТВЕННОГО
РАЗВЕДЕНИЯ КЕТЫ НА ОХОТСКОМ
И ЛЕСНОМ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ..... 16

Litvinenko A. V., Stulnikova D. V.
THE SPECIFICITY ARTIFICIAL BREEDING
CHUM SALMON AT OKHOTSKY AND
LESNOY FISH FACTORIES 16

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА**MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE**

Самсикова Н. А., Букина Я. А.
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНКЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ..... 22

Samsikova N. A., Bukina Ya. A.
METHODOLOGICAL APPROACHES
TO THE FORMATION AND ASSESSMENT
OF MATHEMATICAL LITERACY
OF STUDENTS 22

Чуванова Г. М., Артамонов И. О.
ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ
И РАЗВИТИЯ ЧИСЛА π 26

Chuvanova G. M., Artamonov I. O.
THE HISTORY OF THE APPEARANCE AND
DEVELOPMENT OF THE NUMBER π 26

Чуванова Г. М., Бульвин М. А.
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
МЕР ДЛИНЫ: ИСТОРИЯ
И СОВРЕМЕННОСТЬ..... 30

Chuvanova G. M., Bulvin M. A.
INTERNATIONAL SYSTEMS
OF LENGTH MEASURES: HISTORY
AND MODERNITY..... 30

Адамчук М. С., Говоруха С. А.
ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР – ВЕЛИКИЙ
МАТЕМАТИК И УЧЕНЫЙ 35

Adamchuk M. S., Govoruxa S. A.
LEONHARD EULER IS A GREAT
MATHEMATICIAN AND SCIENTIST 35

Адамчук М. С., Гріднёва О. А.
ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ..... 38

Adamchuk M. S., Gridneva O. A.
FIBONACCI NUMBERS 38

Адамчук М. С., Кондратьев В. В.
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОНЯТИЯ
«ФУНКЦИЯ»..... 42

Adamchuk M. S., Kondratev V. V.
HISTORY OF THE DEVELOPMENT
OF THE TERM "FUNCTION" 42

Дегтяренко В. А., Помыткина М. Р.
АСИММЕТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ
ШИФРОВАНИЯ..... 45

Degtyarenko V. A., Pomytkina M. R.
ASYMMETRIC ENCRYPTION
SYSTEMS 45

Смирнова М. А., Радченко А. А.
ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ

Smirnova M. A., Radchenko A. A.
FORMATION OF RESEARCH
COMPETENCE AMONG STUDENTS

ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ.....	49	WHEN THEY STUDY A SCHOOL PHYSICS COURSE.....	49
---	----	---	----

Чуванова Г. М., Федотова А. В. ИСТОРИЯ СИСТЕМ КООРДИНАТ	57	Chuvanova G. M., Fedotova A. V. HISTORY OF COORDINATE SYSTEMS	57
--	----	--	----

Осипов Г. С., Звягин Д. Е., Алексеева Т. М. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОИСКА В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ	61	Osipov G. S., Zvyagin D. E., Alekseeva T. M. ORGANIZATION OF SEARCH IN RELATIONAL DATABASES	61
---	----	---	----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Минервин И. Г., Елаев А. Л. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	66
--	----

Минервин И. Г., Абрамова С. В., Заболонская К. К., Харченко И. С. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БЮДЖЕТНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ИНДИКАТОРА ГАЗА	69
--	----

Минервин И. Г., Ким Д. А. ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ИХ РЕШЕНИЯ: НА ПРИМЕРЕ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	73
---	----

Минервин И. Г., Кочнев Д. О. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МЕСТ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	77
---	----

Минервин И. Г., Кулишова А. Ю. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ	84
--	----

Минервин И. Г., Ломовцев К. О. ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	89
--	----

Ким Ен Сун, Журавлёв И. С. УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ.....	92
---	----

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Двойнова Н. Ф., Ефанова Е. В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ	
--	--

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Minervin I. G., Elaev A. L. THE MAIN PROBLEMS OF THE ISOLATED ELECTRIC POWER INDUSTRY OF THE SAKHALIN REGION.....	66
--	----

Minervin I. G., Abramova S. V., Zabolonskaya K. K., Kharchenko I. S. DEVELOPMENT AND CREATION OF A BUDGET SMALL-SIZED GAS INDICATOR.....	69
--	----

Minervin I. G., Kim D. A. PROBLEMATIC ASPECTS OF THE ISOLATED ELECTRIC POWER INDUSTRY AND THEIR SOLUTIONS: ON THE EXAMPLE OF THE SAKHALIN REGION.....	73
---	----

Minervin I. G., Kochnev D. O. DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF ELECTRIC POWER STORAGE DEVICES AND THEIR LOCATIONS IN DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS	77
---	----

Minervin I. G., Kulishova A. Yu. IMPROVING THE QUALITY OF FUNCTIONING OF ELECTRICAL NETWORKS BASED ON COMPUTER MODELING OF ASYMMETRIC MODES.....	84
---	----

Minervin I. G., Lomovcev K. O. THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THERMAL POWER PLANTS ON THE EXAMPLE OF THE SAKHALIN REGION.....	89
--	----

Kim Yen Soon, Zhuravlev I. S. CONTROL OF ELECTRIC ENERGY FLOWS USING A MICROCONTROLLER AND THE USE OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS	92
--	----

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Dvoynova N. F., Efanova E. V. DEVELOPMENT OF A VENTILATION	
---	--

ДЛЯ МАСТЕРА МАНИКЮРА НА ПРИМЕРЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ПО БЫТОВОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЮЖНО-САХАЛИНСКА.....	100	SYSTEM FOR A MANICURE MASTER ON THE EXAMPLE OF A HOUSEHOLD SERVICE INSTITUTION IN YUZHNO-SAKHALINSK	100
Двойнова Н. Ф., Зи Фа Сун ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРИ РАБОТЕ С ТВЧ-СТАНКАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ Г. ЮЖНО-САХАЛИНСКА.....	108	Dvoinova N. F., Zee Fa Sun INVESTIGATION OF THE ISSUE OF EMPLOYEE SAFETY WHEN WORKING WITH HDTV MACHINES IN THE PRODUCTION OF YUZHNO-SAKHALINSK.....	108
Двойнова Н. Ф., Ким Сон Бок ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ОХРАНЫ ТРУДА В МБУК «СМИРНЫХОВСКАЯ ЦБС»	115	Dvoinova N. F., Kim Sung Bok IMPROVING THE SAFETY OF LABOR PROTECTION CONDITIONS IN THE MBUK "SMIRNYKHOVSKAYA CBS"	115
Двойнова Н. Ф., Поседкина В. Ю. К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ОХРАНЫ ТРУДА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКОВ В ОАО «САХАЛИНСКОЕ МОРСКОЕ ПАРОХОДСТВО»	120	Dvoinova N. F., Posedkina V. Yu. ON THE ISSUE OF IMPROVING THE LEVEL OF LABOR PROTECTION OF ELECTRICIANS IN JSC SAKHALIN SHIPPING COMPANY	120
Двойнова Н. Ф., Путятова М. А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУХООБМЕНА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРЩИКОВ ООО "РАСКОНА"	125	Dvoinova N. F., Putyatova M. A. PERFECTING THE AIR EXCHANGE SYSTEM IN THE WORKING AREA OF ELECTRIC AND GAS WELDERS OF RASCONA LLC	125
Двойнова Н. Ф., Черенкова А. Л. ИССЛЕДОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ АВАРИЙ ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ «САХАЛИН» САХАЛИНСКОГО ЛПУМТ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК»	128	Dvoinova N. F., Cherenkova A. L. INVESTIGATION OF ACCIDENT SCENARIOS OF THE SAKHALIN GAS COMPRESSOR STATION OF THE SAKHALIN LPUMTOO "GAZPROM TRANSGAZ TOMSK"	128

ПЕДАГОГИКА БЕЗОПАСНОСТИ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

SECURITY PEDAGOGY: SCIENCE AND EDUCATION

Абрамова С. В., Кучина Д. А. МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАНИЙ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА НА УРОКАХ ОБЖ	134	Abramova S. V., Kuchina D. A. METHODOLOGY FOR THE IMPLEMENTATION OF TASKS OF A LOCAL HISTORY NATURE IN THE LESSONS OF OBZH	134
Абрамова С. В., Пак А. С. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСКУРСИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ ОТРЯД ИМЕНИ В. А. ПОЛЯКОВА МЧС РОССИИ ПО САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	138	Abramova S. V., Pak A. S. ORGANIZATION OF EXCURSIONS FOR STUDENTS TO THE V. A. POLYAKOV SEARCH AND RESCUE SQUAD OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA IN THE SAKHALIN REGION	138
Абрамова С. В., Петренко Е. В. РЕАЛИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ОБЖ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ	142	Abramova S. V., Petrenko E. V. IMPLEMENTATION OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN THE LESSONS OF OBZH IN A MODERN SCHOOL	142
Абрамова С. В., Степанова Е. А. ОРГАНИЗАЦИЯ КРУЖКА «ЮНЫЙ СПАСАТЕЛЬ» ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	147	Abramova S. V., Stepanova E. A. ORGANIZATION OF THE CIRCLE "YOUNG LIFEGUARD" FOR STUDENTS OF THE SAKHALIN REGION	147

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ, НАУКА,
ОБРАЗОВАНИЕ, ПРАКТИКА**

Абрамова С. В., Митусова Е. В.
БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗНАНИЙ О ПРОФИЛАКТИКЕ
COVID-19 У СТУДЕНТОВ..... 152

Абрамова С. В., Писарева Т. В.
ПРИМЕНЕНИЕ НАСТОЛЬНО-ПЕЧАТНОЙ
ИГРЫ НА УРОКАХ «ОБЖ»
В ШЕСТОМ КЛАССЕ В УСЛОВИЯХ
САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ 155

СТРОИТЕЛЬСТВО

Строкин К. Б., Мовсисян А. М.
ЖЕСТКОСТЬ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ
И МЕТОДЫ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ..... 160

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
К МАТЕРИАЛАМ, ПОСТУПАЮЩИМ
В РЕДАКЦИЮ 164

**LIFE SAFETY:
MODERN CHALLENGES, SCIENCE,
EDUCATION, PRACTICE**

Abramova S. V., Mitusova E. V.
BIOSAFETY AND ITS IMPORTANCE FOR THE
FORMATION OF KNOWLEDGE ABOUT THE
PREVENTION OF COVID-19
STUDENTS HAVE.....152

Abramova S. V., Pisareva T. V.
THE USE OF A PRINTED BOARD GAME
IN THE LESSONS OF "OBZH" IN THE 6TH
GRADE IN THE CONDITIONS OF THE
SAKHALIN REGION155

CONSTRUCTION

Strokin K. B., Movsisyan A. M.
HARDNESS OF NATURAL WATER AND
METHODS OF ITS ELIMINATION.....160

TECHNICAL REQUIREMENTS
FOR MATERIALS SUBMITTED
TO THE EDITORIAL.....164

**ОПТИМИЗАЦИЯ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
БИОТЕХНИКИ
ИСКУССТВЕННОГО
РАЗВЕДЕНИЯ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ**

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 8–12.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 8–12.

ОПТИМИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНИКИ
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Научная статья
УДК 639.37(571.64)

САХАЛИНСКИЙ ТАЙМЕНЬ *PARAHUCHO PERRYI* (BREVOORT) КАК ОБЪЕКТ
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОХОТСКОГО
ЛОСОСЕВОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА

Анна Владимировна Литвиненко¹, Юлия Николаевна Гурова²

¹ Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Litvinenko.av@bk.ru

² Студентка 4-го курса направления подготовки «Экология и природопользование» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Juilli.gurova@gmail.com

Аннотация. В целях сохранения генофонда сахалинского тайменя, занесенного в российскую и региональную Красную книгу, встречающегося в реках Дальнего Востока все реже, необходимо принимать меры и решать вопросы по разработке отечественной биотехники искусственного воспроизводства исчезающих видов. После внесения сахалинского тайменя в Красную книгу численность его популяций продолжала снижаться. Это объясняют трудностями охраны данного вида с учетом большой длительности времени генерации, ограниченного распространения, а также миграционного поведения, делающего этот вид уязвимым к ненамеренному вылову при коммерческой добыче лосося и массовом браконьерстве. Выходом из сложившейся ситуации представляется организация искусственного воспроизводства сахалинского тайменя, которую в экспериментальном порядке осуществляют в настоящее время на Охотском лососевом рыбноводном заводе (ЛРЗ).

Ключевые слова: Охотский ЛРЗ, сахалинский таймень, искусственное разведение

Для цитирования: Литвиненко А. В., Гурова Ю. Н. Сахалинский таймень *Parahucho perryi* (Brevoort) как объект искусственного разведения в условиях Охотского лососевого рыбноводного завода // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 8–12.

OPTIMIZATION AND IMPROVEMENT OF BIOTECHNICS
OF ARTIFICIAL BREEDING OF PACIFIC SALMON

Original article

SAKHALIN TAIMEN *PARAHUCHO PERRYI* (BREVOORT) AS AN OBJECT
OF ARTIFICIAL BREEDING IN THE CONDITIONS OF THE OKHOTSK SALMON HATCHERY

Anna V. Litvinenko¹, Yulia N. Gurova²

¹ Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Litvinenko.av@bk.ru

² 4th year student in the field of Ecology and Nature Management, Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Juilli.gurova@gmail.com

Abstract. In order to preserve the gene pool of the Sakhalin taimen, listed in the Russian and regional Red Book, which are increasingly rare in the rivers of the Far East, it is necessary to take measures and solve issues related to the development of domestic technology for the artificial repro-

duction of endangered species. After the Sakhalin taimen was included in the Red Book, the number of its populations continued to decline. The decline in the number of local populations of Sakhalin taimen is explained by the difficulties of protecting this species, taking into account the long duration of generation time, limited distribution, as well as migration behavior, which makes this species vulnerable to unintentional fishing during commercial salmon production and mass poaching. The way out of this situation is the organization of artificial reproduction of the Sakhalin taimen on the example of the Okhotsk LRZ.

Key words: Okhotsk LRZ, Sakhalin taimen, artificial breeding

For citation: Litvinenko K. B., Gurova Yu. N. Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort) as an object of artificial breeding in the conditions of the Okhotsk salmon hatchery // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 8–12.

Введение

Сахалинский таймень *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) – крупнейшая из лососевых рыб и одна из самых больших пресноводных рыб планеты. Это единственный представитель подрода *Parahucho*, выделенный В. Д. Владыковым в 1963 г. [2].

В море окраска серебристая, с началом нерестового хода тело приобретает красноватый оттенок. Сахалинский таймень созревает в возрасте восьми-десяти лет. Нерест происходит в зависимости от возраста через каждые два-три года. Плодовитость от семи до семнадцати тысяч икринок. Нерест весенне-летний при температуре 4–8 °C на галечниковых перекатах, небольших потоках основного русла шириной 3–4 м и глубиной около 1 м. Лучей в плавниках: спинном – 9–14, анальном – 8–12; жаберных тычинок – 12–14; пилорических придатков – 157–224 [3; 5].

Это самый древний из сохранившихся видов лососей, ведущий происхождение с середины эоцена, более 40 млн лет назад. По особенностям биологии тайменя относят к рыбам с неежегодным нерестом, со значительным возрастом и размерами первого созревания особей. Ареал сахалинского тайменя охватывает многие реки западного побережья Японского моря от Татарского пролива до зал. Петра Великого, реки западного и восточного побережья Сахалина, Южные Курильские острова, реки побережья Хоккайдо [1]. На нерест заходит в реки Сахалина, Кунашира и Итурупа, Северного Приморья, юга Хабаровского края и Хоккайдо. Сахалинский таймень принадлежит к категории наиболее очевидных «кандидатов» на особую охрану по следующим основаниям.

Он является хищником, регулирующим численность популяций других видов и отсутствие которого в конечном итоге ведет к сокращению видового разнообразия.

Вид, представители которого, с человеческой точки зрения, обладают рекреационной и хозяйственной ценностью.

Редкий вид, оказавшийся под угрозой исчезновения по вине человека.

Одним из инструментов сохранения популяции сахалинского тайменя является искусственное воспроизводство. Поэтому целью данного исследования является изучение результатов экспериментов по искусственному воспроизводству тайменя.

Результаты исследования

Охотский ЛРЗ с 2012 г. занимается поддержанием численности этого редкого вида [4]. Производителей сахалинского тайменя отлавливают ставными сетями в р. Комиссаровка Корсаковского района в первой декаде мая. В 2020 г. было выловлено две самки и восемь самцов производителей сахалинского тайменя, которые после получения половых продуктов были выпущены в естественную среду обитания. Перед сбором икры производителей тайменя усыпляют раствором гвоздичного масла. На 360 л воды используют 10 мл гвоздичного масла, время засыпания рыб – около двух минут. Всего в мае 2020 г. было заложено четыре партии икры тайменя общей численностью 14335 шт. После отцеживания половых продуктов производителей помещали в ванну с проточной водой, где проводили искусственную аэрацию.

Осеменение икры проводят сухим способом. Сперму от нескольких самцов предварительно отцеживают в одну емкость и перемешивают. При проведении осеменения зачастую отмечают малое количество спермы из-за недостаточного созревания самцов.

На инкубацию икры тайменя в 2020 г. размещали в четырех бассейнах, по количеству партий сбора икры, на поддонах от вертикального аппарата типа «Стеллаж». Площадь каждого бассейна – 1,05 м² (1,5 x 0,7 м), расход воды на начало инкубации икры – 0,2 л/сек на один бассейн. Отсеки с икрой устанавливали на трубчатый субстрат, уложенный на дне бассейнов. Выборку икры производили вручную в возрасте икры около 300 гр. дней. Всего за период инкубации погибшую икру отбирали трижды. Данные о заложенной в 2020 г. икре тайменя представлены в таблице 1.

Всего из заложенной икры в июне 2020 г. вылупилось 10997 шт. предличинок тайменя.

Таблица 1

**Даты закладки, количество заложенной и погибшей на этапе инкубации
по партиям икры тайменя в 2020 году***

№ партии	Дата закладки	Заложено икры, шт.	Отбор погибшей икры, шт./гр. дн.						Выход икры, шт.	Отход, %
			15–16.06		17.06		26–30.06			
			шт.	гр./дн.	шт.	гр./дн.	шт.	гр./дн.		
1.	4.05.20 г.	4865	523	317,7	104	332,7	36	400,6	4202	13,63
2.	5.05.20 г.	4458	909	310,1	650	325,1	68	400,8	2831	36,50
3.	6.05.20 г.	3034	457	310,0	23	317,5	97	401,0	2457	19,02
4.	8.05.20 г.	1978	230	294,8	185	302,3	56	401,4	1507	23,81
Итого:		14335	2119		962		257		10997	23,29

* *Примечание:* составлено автором.

Биологический анализ в период массового вылупления проводили путем усыпления гвоздичным маслом (прижизненно). Для анализа использовали 25 шт. свободных эмбрионов; всего на конец июня 2020 г. на заводе находилось 10972 шт. особей тайменя. Данные о морфометрических характеристиках предличинок сахалинского тайменя в период массового вылупления и во время выдерживания представлены в таблице 2.

Выборку отхода на этапе подращивания производят ежедекадно; в 2020 г. количество погибшей молоди составило 2600 шт., или 24,38 % (табл. 3).

Количество погибших особей сахалинского тайменя на ранних этапах онтогенеза при искусственном разведении в 2020 г. было больше нормативных показателей на 7,53 %. При этом самые большие отклонения от нормы наблюдались на этапе инкубации

Таблица 2

**Морфометрические характеристики предличинок сахалинского тайменя
в период массового вылупления и выдерживания (партия № 1)***

Дата	Длина АС, мм	Длина АД, мм	Вес общий, мг	Вес желт. мешка, мг
20.06	16,4	–	150,1	109,9
30.07	27,3	24,3	195,8	38,9
13.08	28,7	25,2	185,1	10,6

* *Примечание:* составлено автором.

Таблица 3

**Количество погибшей икры, предличинок и личинок сахалинского тайменя
в рыбоводном цикле 2020 г., шт./%***

Этапы биотехнического цикла	Отход		Выживаемость	
	шт.	%	шт.	%
Инкубация икры	3338	23,29	10997	76,71
Выдерживание свободных эмбрионов	336	3,1	10661	96,9
Подращивание молоди	2600	24,39	8061	75,61
Итого:	6324	16,93	8061	83,07

* *Примечание:* составлено автором.



Рис. 1. Отход икры, предличинок и молоди сахалинского тайменя в рыбоводном цикле 2020 г., %

икры (на 11,29 %) и подращивания молоди (на 8,39 %) (рис. 1).

Во время всех этапов производственного цикла важен термический режим воздуха и водоисточника. Температура воды во время культивирования сахалинского тайменя в 2020–2021 гг. на Охотском ЛРЗ колебалась незначительно. Ее значения составляли от 6,5 °C в зимние месяцы до 10,4 °C в сентябре (рис. 2).

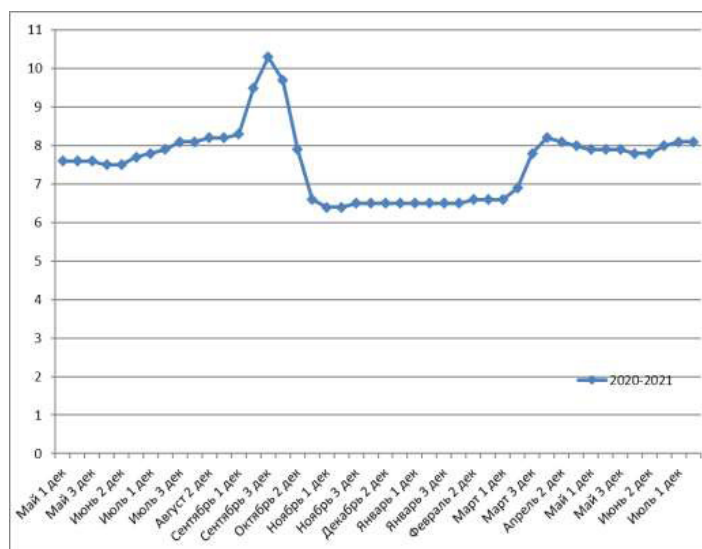
После поднятия на плав молодь сахалинского тайменя начинают подращивать, используя сухие гранулированные сбалансированные корма Aller Aqua. Выпуск в естественный водоток р. Комиссаровка бассейна озера Тунайча Корсаковского района Сахалинской области производят летом следующего года выращивания, при достижении средней длины

АС молоди, равной 75,3 мм, длины АД 69,8 мм и средней массы 4867,7 мг. Отход за период подращивания составляет около 24 %.

Профилактические обработки икры проводят первый раз на следующий день после закладки, в дальнейшем – каждые десять дней для предотвращения развития сапролегниоза. Для икры используют раствор формальдегида концентрацией 1:800 капельным методом с экспозицией 30 минут.

Выводы

Охотский рыбоводный завод является одним из рыбоводных предприятий, осуществляющих эксперимент по поддержанию численности сахалинского тайменя. Технологический процесс воспроизводства сахалин-



ского тайменя основан на биотехнической схеме воспроизводства тихоокеанских лососей на сахалинских лососевых рыбоводных заводах. Это наиболее простая и экономически выгодная технологическая схема, которую можно использовать с поправками на видовые особенности разводимого объекта. Однако требуется коррекция биотехнических нормативов в связи с большой потерей спермы при вылове и доставке производителей на рыбоводный завод.

При интенсивном ведении рыбного хозяйства можно добиться высоких результатов и вывода сахалинского тайменя из Красной книги Сахалинской области, а также сделать этот вид объектом спортивного рыболовства. Это возможно при строгом соблюдении биотехники его искусственного разведения и обеспечении оптимальных экологических условий.

Список литературы

1. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. – Москва ;

Ленинград : Издательство АН СССР, 1949. – С. 299–300.

2. Владыков, В. Д. Рыбы мировой фауны / В. Д. Владыков ; перевод 4-го переработанного английского издания, предисловие и толковый словарь: Н. Г. Богуцкой, А. М. Насеки, А. С. Герда. – Москва : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 1963. – 298 с.

3. Красная книга Сахалинской области: Животные. Официальное издание / ответственный редактор доктор биологических наук, профессор В. Н. Ефанов. – Москва : Буки Веди, 2016. – 170 с.

4. Макеев, С. С. Искусственное воспроизводство как элемент стратегии сохранения сахалинского тайменя. ФГБУ «Сахалинрыбвод» / С. С. Макеев, В. Г. Самарский. – Южно-Сахалинск, 2013. – 392 с.

5. Нельсон, Джозеф С. Рыбы мировой фауны / С. Джозеф, Нельсон ; перевод с английского, предисловие и толковый словарь: Н. Г. Богуцкой, А. М. Насеки, А. С. Герда – Москва : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 298 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 13–15.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 13–15.

ОПТИМИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНИКИ
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Научная статья
УДК 639.37(571.645)

ПОДРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ОЗЕРНОЙ ФОРМЫ КЕТЫ В САДКАХ
И ПИТОМНИКЕ ЛОСОСЕВОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА «ОЗЕРО» (О. ИТУРУП)

Анна Владимировна Литвиненко¹, Ирина Витальевна Карпенко²

¹ Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Litvinenko.av@bk.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, IrinaKarpenko99@mail.ru

Аннотация. В работе были проанализированы данные по подращиванию молоди кеты в условиях некоторых рыболовных заводов бассейна Куйбышевского залива о. Итуруп; дана оценка специфике подращивания молоди в искусственных водоемах и садках, установленных в озерах. Содержание в естественных условиях, богатая кормовая база, химический и гидрологический режим водоема успешно влияют на рост и развитие молоди кеты в период подращивания, молодь быстрее адаптируется к гидрологическому режиму приемного водоема.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, озерная форма кеты, садковое подращивание

Для цитирования: Литвиненко А. В., Карпенко И. В. Подращивание молоди озерной формы кеты в садках и питомнике лосося рыболовного завода «Озеро» (о. Итуруп) // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 13–15.

OPTIMIZATION AND IMPROVEMENT OF BIOTECHNICS
OF ARTIFICIAL BREEDING OF PACIFIC SALMON

Original article

GROWING JUVENILES OF THE LACUSTRINE FORM OF CHUM SALMON IN CAGES
AND NURSERY OF THE SALMON FISH HATCHERY "OZERO" (ITURUP ISLAND)

Anna V. Litvinenko¹, Irina V. Karpenko²

¹ Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Litvinenko.av@bk.ru

² 3rd year student in the field of training "Aquatic Bioresources and Aquaculture", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Irina-Karpenko99@mail.ru

Abstract. In the work, data on rearing of juvenile chum salmon in the conditions of some fish hatcheries of the Kuibyshevskiy Bay basin of the island were analyzed. Iturup; the specifics of rearing juveniles in artificial reservoirs and in cages installed in lakes are given. Keeping in natural conditions, rich food base, chemical and hydrological regime of the reservoir successfully influence the growth and development of juvenile chum salmon during the rearing period, juveniles quickly adapt to the hydrological regime of the receiving reservoir.

Key words: Pacific salmon, lacustrine form of chum salmon, rearing cage

For citation: Litvinenko K. B., Karpenko I. V. Growing juveniles of the lacustrine form of chum salmon in cages and nursery of the salmon fish hatchery "Ozero" (Iturup island) // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 13–15.

Введение

На сегодняшний день на территории Сахалинской области функционирует 70 лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) и цехов. Основная задача искусственного разведения кеты – получение крупной, физиологически полноценной молоди, способной не только выжить после выхода ее в естественные водоемы, но и дать промысловый возврат [1]. На каждом из рыбоводных предприятий Сахалинской области используют единую биотехнику воспроизводства, но, учитывая особенности экологических условий на каждом из них, можно оптимизировать рыбоводный процесс и повысить его эффективность [2].

Цель исследования: выявить специфику подращивания молоди озерной формы кеты в питомных каналах рыбоводных заводов и садках, установленных в естественных водоемах.

Методы и материалы

Рыбоводный потенциал ООО «Континент» с 2014 г. основывается на четырех ЛРЗ, включая заводы «Озеро», «Саратовский», «Куйбышевский» и «Пионер».

«Куйбышевский» ЛРЗ. Мощность предприятия в настоящее время составляет 25 млн покатной молоди в год, из них горбуши – 6,5 млн шт. и кеты 18,5 млн шт.

«Саратовский» ЛРЗ. Мощность предприятия по выпуску определена от 27 до 35 млн шт. молоди кеты и горбуши.

ЛРЗ «Озеро». Производственные мощности позволяют обеспечить выращивание и выпуск молоди кеты в количестве 5,6 млн шт. [3]. В настоящее время выпускают не менее 9 млн шт.

ЛРЗ «Пионер». Мощность предприятия составляет 20 млн молоди тихоокеанских лососей.

Результаты исследования

Основной объект искусственного разведения ЛРЗ «Озеро» – кета (*Oncorhynchus keta*

Wallbaum, 1792). Ежегодно данное рыбоводное предприятие выпускает не менее 10,0 млн шт. здоровой жизнестойкой молоди.

Производственные мощности предприятия в период выдерживания и подращивания составляют 14 питомных каналов общей площадью 392 кв. м, два нагульных пруда площадью 67,5 и 210 м² и три выростных садка, установленные в естественном водоеме – оз. Большое Куйбышевское, общей площадью 602,9 м³. Кормление молоди кеты проводят по трем группам кормления: первую группу подращивают в питомной части цеха, вторую – в нагульных прудах, третью – в плавучем садке, установленном в оз. Б. Куйбышевское. При подращивании используют датские сбалансированные гранулированные корма "Aller aqua".

В базовом водоеме ЛРЗ «Озеро» – озере Б. Куйбышевское имеются естественные нерестилища озерной кеты, общие нерестовые площади которых составляют около 20 тыс. кв. м. Площадь зеркала озера составляет 1620 тыс. кв. м, грунт озера песчано-галечный, имеются обильные выходы грунтовых вод [4].

ЛРЗ «Озеро» искусственно воспроизводит речную и озерную формы кеты. После успешного проведения этапа подращивания молоди и готовности ее к скату, ее выпускают в акваторию базового водоема, откуда она через некоторое время скатывается в прибрежную часть Куйбышевского залива.

В 2016 г. и за период 2019–2021 гг. в базовый водоем было выпущено 27835,1 тыс. шт. молоди кеты. Перед выпуском проводили ее биологический анализ. Наибольший средний прирост (мг) отмечали в 2021 г., когда в садках подращивали более 3,0 млн шт. (табл. 1).

Плотность посадки молоди в садках, площадь каждого из которых составляет 500 м², предусмотрена не более 4 тыс. шт. на 1 м³. Температура воды в прибрежной части озе-

Таблица 1

Термический режим воды во время инкубации на Охотском и Лесном ЛРЗ с 2015 по 2020 г., °С*

Год	Выпущено молоди		Размерно-весовые характеристики			
	тыс. шт.	%	вес, мг	длина АС, мм	длина АД, мм	к/у, Ф
2016	5988,2	100,0	888,8	47,0	43,0	0,92
2019	9165,4	100,0	980,7	48,0	45,3	0,95
2020	9273,5	100,0	1012,2	49,5	45,1	0,95
2021	9396,2	100,0	1025,3	50,8	45,8	1,01
Итого:	27835,1	100,0				

* Примечание: составлено автором.

Таблица 2

**Термический режим в питомной части ЛРЗ «Озеро»
в период кормления молоди кеты в 2021 г., °С***

Декада	Апрель	Май	Июнь
1	5,5	6,5	6,4
2	6	6,8	7,8
3	6	7,1	–
Среднее	5,8	6,8	7,1
Min	4,8	5	5,8
Max	7,6	9,2	9,2

* *Примечание:* составлено автором.

ра в этот период на глубине установки садков составляет от 3 до 8 °С, содержание растворенного кислорода – до 12,5 г/л.

Условия для подращивания в нагульных прудах оптимальны по абиотическим и биотическим условиям: средняя температура воды составляла в мае 6,8 °С, в июне – 7,1 °С, кислород – 10 мг/л. Средняя плотность посадки – 5,0 тыс. шт./м².

Подращивание в питомных каналах осуществляли при средней температуре воздуха в мае 6,5–7,5 °С, в июне – 7,2–9,0 °С (табл. 2). Для снижения температуры воды использовали грунтовую воду, средняя температура составляла 4,5 °С, а содержание растворенного кислорода – 9,0–11,0 мг/л.

В целом, помимо искусственного корма, в естественных водоемах молодь активно использует природную кормовую базу и прирастает в массе и линейных размерах быстрее, чем в питомных каналах и бассейнах цехов. Одновременно молодь проходит адаптацию к естественным условиям водоемов. Кроме того, использование естественных водоемов позволяет уменьшить плотность посадки молоди в питомных каналах, тем самым улучшая условия подращивания.

Заключение

Подращивание молоди кеты проводят по трем группам кормления: первую группу подращивают в питомной части цеха, вторую – в нагульных прудах, третью – в плавучем садке, установленном в оз. Б. Куйбышевское. При подращивании используют датские сбалансированные гранулированные корма "Aller aqua".

Процесс подращивания в прудах и садках

можно считать оптимальным, поскольку содержание в естественных условиях, богатая кормовая база, химический и гидрологический режим водоема успешно влияют на рост и развитие молоди кеты в период подращивания, молодь быстрее адаптируется к гидрологическому режиму приемного водоема.

Список литературы

1. Ефанов, В. Н. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области : монография [Текст] / В. Н. Ефанов, А. В. Бойко. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2014. – 124 с.
2. Промысел биоресурсов в водах Курильской гряды: современная структура, динамика и основные элементы [Текст] / под общей редакцией А. В. Буслова. – Южно-Сахалинск : Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2013. – 264 с.
3. Литвиненко, А. В. Эффективность искусственного воспроизводства кеты и горбуши на ЛРЗ Куйбышевского залива (о. Итуруп) и оптимизация направления «аквакультура» [Текст] / А. В. Литвиненко, А. В. Пиджаков. – Южно-Сахалинск : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021 – 72 с.
4. Каев, А. М. Топография нерестилищ кеты Южно-Курильских островов. Речные и озерные нерестилища в водоемах островов Итуруп и Кунашир / А. М. Каев, А. И. Ардавичус // Итоги исследования по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов. – Южно-Сахалинск, 1984. – С. 4–5.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 16–20.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 16–20.

ОПТИМИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНИКИ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Научная статья
УДК 639.37(571.64)

СПЕЦИФИКА ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ КЕТЫ НА ОХОТСКОМ И ЛЕСНОМ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ

Анна Владимировна Литвиненко¹, Дарья Вадимовна Стульникова²

¹ Кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Litvinenko.av@bk.ru

² Студентка 5-го курса направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, the.daha@yandex.ru

Аннотация. В Сахалинской области в настоящее время работает более 70 лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), которые искусственно поддерживают популяции кеты, горбуши, си-мы и кижуча. Рыболовные предприятия различаются своим расположением, температурным и кислородным режимом используемой воды, а также ее гидрохимическим составом. Иссле-дуемые заводы – Охотский и Лесной ЛРЗ – находятся на юге о. Сахалин, в Корсаковском районе. В настоящее время на обоих заводах разводят кету. Охотский ЛРЗ является теплово-дным заводом, где на всех этапах искусственного разведения используют только грунтовую воду. Несмотря на стабильный термический режим на протяжении всего рыболовного цикла, содержание кислорода в ней недостаточно. Лесной ЛРЗ по термическому режиму водоис-точников больше подходит для разведения горбуши, поэтому весь процесс выращивания про-исходит на смешанной воде – речной и грунтовой. Благодаря речной воде проблем с пони-женным содержанием кислорода на этом заводе не наблюдается. Рассмотрены особенности искусственного разведения кеты на Охотском и Лесном ЛРЗ в связи со спецификой их водо-источников.

Ключевые слова: Охотский ЛРЗ, Лесной ЛРЗ, кета, грунтовая вода, температура воды, содержание кислорода, молодь

Для цитирования: Литвиненко А. В., Стульникова Д. В. Специфика искусственного раз-ведения кеты на Охотском и Лесном рыболовных заводах // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 16–20.

OPTIMIZATION AND IMPROVEMENT OF BIOTECHNICS OF ARTIFICIAL BREEDING OF PACIFIC SALMON

Original article

THE SPECIFICITY ARTIFICIAL BREEDING CHUM SALMON AT OKHOTSKY AND LESNOY FISH FACTORIES

Anna V. Litvinenko¹, Darya V. Stulnikova²

¹ Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Litvinenko.av@bk.ru

² 5th year student in the field of training "Aquatic Bioresources and Aquaculture", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Irinathe.daha@yandex.ru

Abstract. There are currently more than 70 salmon hatcheries operating in the Sakhalin Region, which artificially support the populations of chum salmon, pink salmon, salmon and chum salmon.

Fish farms differ in their location, temperature and oxygen conditions of the water used, as well as its hydrochemical composition. The studied plants – Okhotsk and Lesnoy salmon hatcheries - are located in the south of about. Sakhalin, in the Korsakov district. At present, chum salmon is bred at both plants. The Okhotsk LRZ is a warm-water plant, where only ground water is used at all stages of artificial breeding. Despite the stable thermal regime throughout the entire fish breeding cycle, the oxygen content in it is not enough. According to the thermal regime of water sources, the forest hatchery is more suitable for breeding pink salmon, since the entire growing process takes place on mixed water - river and groundwater. Thanks to the river water, there are no problems with low oxygen content at this plant. The features of artificial breeding of chum salmon at the Okhotsk and Forest hatcheries, in connection with the specifics of their water sources, are considered.

Key words: Okhotsky LRZ, Lesnoy LRZ, chum salmon, groundwater, water temperature, oxygen content, juvenile fish

For citation: Litvinenko A. B., Stulnikova D. V. The specificity artificial breeding chum salmon at Okhotsky and Lesnoy fish factories // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/ 2023. – P. 16–20.

Введение

В южной части Сахалина, в Корсаковском районе, находятся несколько рыбоводных предприятий; в том числе Охотский и Лесной ЛРЗ. Основным объектом разведения обоих заводов является кета (*Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792).

На Охотском ЛРЗ для водоснабжения питомников используют грунтовую воду, которую подают с помощью насосов. Речного и самотечного водоснабжения на заводе нет. Из-за грунтового происхождения воды в ней отмечают пониженное содержание кислорода (около 5 мг/л без аэрации). Лесной ЛРЗ по характеру водоснабжения и температурному режиму водоисточника является типично горбушевым. На Лесном ЛРЗ используют речное и грунтовое водоснабжение. Проблем с содержанием кислорода в воде, по сравнению с Охотским ЛРЗ, на заводе нет. Значения растворенного кислорода на протяжении рыбоводного цикла соответствуют значениям 9,6–10,1 мг/л.

Материалы и методы

На Охотском ЛРЗ весь процесс выращивания кеты – от инкубации до выпуска молоди, происходит на грунтовой воде, в связи с этим изменение температуры воды происходит в небольших пределах. На Лесном ЛРЗ для получения температуры воды, необходимой

предприятию на каждом этапе биотехнического цикла, учитывая разность температур двух водоисточников в различные сезоны года, составляют календарный график подачи той или иной воды, смешанной в определенных пропорциях, тем самым здесь создают благоприятный температурный режим для инкубации икры, содержания личинок и выращивания молоди рыб [3]. На Лесном ЛРЗ ведут журнал, где постоянно фиксируют температуру речной и грунтовой воды.

Температурный режим воды на Охотском и Лесном ЛРЗ представлен в таблице 1.

Кислород оказывает большое влияние на основные жизненные функции рыб – питание, развитие и рост. Скорость потребления кислорода увеличивается с повышением температуры, количества бактерий и веществ, подвергающихся окислению. Уменьшение концентрации кислорода в воде сказывается не только на количестве потребляемого рыбой корма, но и на его расходе на прирост: расход корма на прирост существенно увеличивается, а рост рыбы задерживается [1, 2]. Содержание кислорода по годам на Охотском и Лесном ЛРЗ представлено в таблице 2.

Для инкубации икры на Охотском ЛРЗ используют 85 аппаратов ящичного типа «Бокс», шесть аппаратов «Аткинса» и один флотационный аппарат.

На Лесном ЛРЗ для кеты до 2021 г. ис-

Таблица 1

Термический режим воды во время инкубации на Охотском и Лесном ЛРЗ с 2015 по 2020 г., °С*

	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Охотский ЛРЗ	6,4–6,8	6,4–6,6	6,1–6,7	6,3–6,5	6,1–6,5
Лесной ЛРЗ	10,8–2,7	11,0–3,9	11,4–4,5	10,6–2,8	10,4–3,7

* Примечание: составлено автором.

Таблица 2

**Содержание кислорода во время инкубации
на Лесном и Охотском ЛРЗ с 2015 по 2020 г., мг/л***

Годы	Лесной ЛРЗ		Охотский ЛРЗ
	содержание кислорода в речной воде, мг/л	содержание кислорода в грунтовой воде, мг/л	содержание кислорода в грунтовой воде, мг/л
2019–2020	12,0	7,3–8,1	5,3–6,3
2018–2019	11,0–11,1	7,8–9,3	5,3–6,3
2017–2018	12,0–11,4	8,1–9,0	7,8–8,3
2016–2017	11,7–14,3	9,3–11,6	5,7–9,0
2015–2016	14,5–13,8	9,4–10,8	7,8–8,7

* *Примечание:* составлено автором.

пользовали 23 аппарата «Бокс» и несколько отсеков аппарата «Аткинса». Инкубация икры кеты протекает на речной и грунтовой воде.

Количество закладываемой икры кеты на Охотском и Лесном ЛРЗ в период с 2015 по 2020 г. представлено на рисунке 1.

Малое количество закладываемой икры кеты на Лесном ЛРЗ, по сравнению с Охотским ЛРЗ, обусловлено тем, что на тот период завод закладывал еще горбушевую икру.

Результаты исследований

На Охотском ЛРЗ выдерживание и подращивание кеты происходит в двух цехах, № 1 и 2. На заводе имеется всего 68 питомных каналов. На Лесном ЛРЗ выдерживание и подращивание кеты происходит в одном цеху, в котором находится 63 питомных канала. Длина 49 каналов составляет 15,0 м, длина остальных каналов – 20,4 м. На обоих заводах в период выдерживания свободных эмбрионов ежедневно проводят контроль температурного и гидрологического режима,

а также расхода воды. Ежемесячно проводят биологические анализы свободных эмбрионов и ихтиопатологические исследования.

Массовое вылупление кеты на Охотском ЛРЗ ежегодно происходит в возрасте предличинок 80–86 суток. Время начала вылупления на Лесном ЛРЗ значительно отличается, к примеру, в рыбоводном цикле 2018–2019 гг. оно было отмечено на 57-е сутки, а в 2017–2018 гг. – на 83-е сутки. Вылупление последних партий в 2018–2019 гг. закончилось на 96-е сутки, а в 2017–2018 гг. – на 145-е сутки.

Благодаря наличию речной воды, на Лесном ЛРЗ ежегодно на молоди кеты отмечают паразитическую инфузорию триходину. Экстенсивность поражения молоди кеты каждый год большая, поэтому проводят профилактические обработки предличинок еще в субстрате и при поднятии «на плав». На Охотском ЛРЗ профилактические обработки не проводят в виду отсутствия заразного начала в грунтовой воде.

Поднятие молоди «на плав» на Охотском

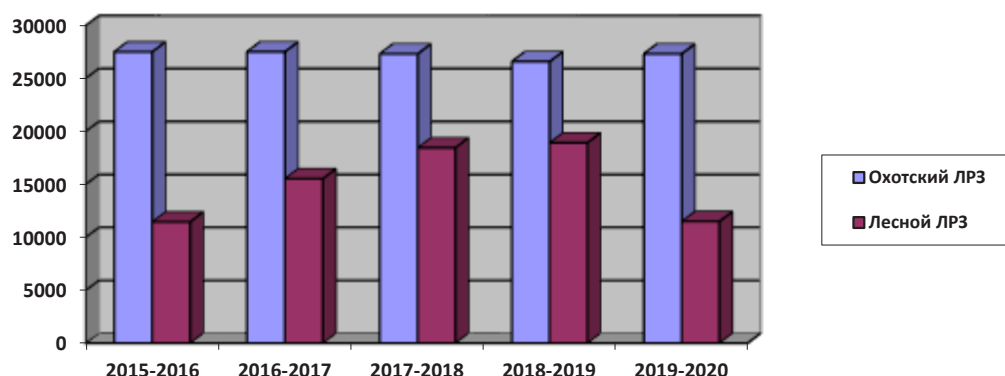


Рис. 1. Количество заложенной на инкубацию икры кеты на Охотском и Лесном ЛРЗ в период с 2015 по 2020 г., тыс. шт.

Таблица 3

Даты начала кормления молоди кеты на Охотском и Лесном ЛРЗ с 2015 по 2020 г.*

Годы	Охотский ЛРЗ	Лесной ЛРЗ
2019–2020	12.03–16.06	19.05–29.06
2018–2019	09.03–16.06	30.04–28.06
2017–2018	10.03–15.06	15.05–11.07
2016–2017	09.03–16.06	03.05–01.07
2015–2016	07.03–16.06	05.04–17.06

* *Примечание:* составлено автором.

ЛРЗ осуществляют во второй-третьей декаде марта. На Лесном ЛРЗ поднятие «на плав» происходит ближе к маю. Даты начала кормления молоди кеты на Охотском и Лесном ЛРЗ представлены в таблице 3.

Кормление молоди кеты на двух заводах производят кормом датского производства фирмы "Aller Aqua". Подача корма происходит после подъема молоди «на плав». Оба завода используют корм фракций «0+» и «1+». Кормление молоди проводят вручную. Расчет необходимого количества корма ведут по результатам биологических анализов молоди кеты с учетом приростов. Кормовой коэффициент на Охотском ЛРЗ составляет 0,7, на Лесном ЛРЗ в разные года кормовой коэффициент варьировал от 0,4 до 0,9.

С началом кормления на Охотском ЛРЗ в цехах № 1 и 2 над секциями питомника устанавливают «флейты» для дополнительной аэрации и равномерного распределения молоди по секции. На Лесном ЛРЗ дополнительная аэрация не требуется, поскольку речная вода насыщена кислородом.

Начало выпуска первых партий молоди кеты на Охотском ЛРЗ начинается 1 июня, последние партии молоди кеты выпускают в ночь с 16 на 17 июня. В день выпускают молодь из одного-шести рыбоводных каналов; выпуск происходит в реки Ударница, Подо-

рожка, Комиссаровка, Восточная, Нака, а также в ручей Рыбоводный. Кроме того, выпуск производят в озера Тунайча, Верхнее и в пролив Красноармейский. Выпуск на Лесном ЛРЗ производится в базовый водоток – реку Очепуха. Количество выпущенной молоди на Охотском и Лесном ЛРЗ в период с 2015 по 2020 г. представлено в таблице 4.

Возраст молоди, выпускаемой с Охотского и Лесного ЛРЗ в сутках и градусоднях, представлен в таблице 5.

На протяжении всего периода своей работы Охотский и Лесной ЛРЗ эффективно занимаются искусственным разведением лососей, которое подтверждается их ежегодным значительным выловом в заливе Мордвинова несмотря на различающиеся экологические условия.

Выводы

Охотский рыбоводный завод – это высокоэффективное предприятие по разведению кеты. Для условий Охотского рыбоводного завода за годы его успешной работы была отработана биотехника воспроизводства кеты. Лесной рыбоводный завод долгие годы успешно разводил горбушу, демонстрируя рекордные коэффициенты возврата. С 2021 г. завод полностью перешел на разведение кеты, прекратив сбор икры горбуши.

Для оптимального сочетания естествен-

Таблица 4

Количество сеголетков кеты, выпущенных в период с 2015 по 2020 г. на Охотском и Лесном ЛРЗ, тыс. шт.*

	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Охотский ЛРЗ	24228,1	23907,1	24421,8	23581,2	23562,4
Лесной ЛРЗ	10387,7	14293,2	16773,7	15494,8	13458,0

* *Примечание:* составлено автором.

Таблица 5

**Возраст молоди кеты, выпускаемой с Охотского и Лесного ЛРЗ
в период с 2015 по 2020 г. (сутки/градусодней)***

Рыбоводный цикл	Охотский ЛРЗ	Лесной ЛРЗ
	сутки/градусодней	сутки/градусодней
2015–2016	250–258/1668,6–1771,4	259–271/1138,0–1301,6
2016–2017	237–257/1593,4–1710,2	262–273/1174,5–1286,8
2017–2018	243–257/1630–1709,7	261–273/1043,1–1104,2
2018–2019	244–257/1604–1785	266–276/1062,7–1154,6
2019–2020	246–257/1592,1–1673,0	265–279/901,8–1040,5

* *Примечание:* составлено автором.

ного и искусственного воспроизводства на обоих ЛРЗ неукоснительно выполняют отработанные годами методики пропуска производителей в реку и заполнения естественных нерестилищ, сбор икры производят по разработанным графикам с учетом особенностей нерестового хода и сохранения структуры популяции. Несмотря на значительные различия в термическом и гидрохимическом режиме воды, оба предприятия ежегодно выпускают жизнестойкую молодь и получают стабильные возвраты кеты – одного из наиболее ценных видов биоресурсов Дальнего Востока России.

Список литературы

1. Акимов, В. А. Технические средства аэрации рыбоводных прудов : учебное пособие для средних ПТУ / В. А. Акимов, В. С. Гуенко, Ю. Н. Савченко. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 77 с.
2. Инструкция по химическому анализу воды прудов / Л. А. Богданова, И. В. Глазачева, Э. В. Иванов [и др.]. – Москва : ВНИИПРХ, 1985. – 5 с.
3. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах / А. П. Иванов. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 367 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 22–25.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 22–25.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 37.016:51

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ И ОЦЕНКЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Наталья Алексеевна Самсикова¹, Яна Артёмовна Букина²

¹ Кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студентка 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

Аннотация. В современном обществе стремительно развиваются наука и техника, создаются новые инновационные технологии. Поэтому человеку в течение всей жизни необходимо переучиваться, развиваться и работать над собой. Школьное образование делает акцент на разностороннее саморазвитие обучающихся, способность оценивать и анализировать свои результаты. Функциональная грамотность становится одним из главных результатов обучения, так как это способность человека решать стандартные жизненные задачи в различных сферах жизни и деятельности на основе прикладных знаний. Одной из ее составляющих является математическая грамотность. Поэтому целью данной работы является разработка методических рекомендаций по организации занятий, направленных на формирование математической грамотности обучающихся, и разработка средств для оценки математической грамотности. Это имеет очень важное значение для совершенствования процессов обучения любых базовых дисциплин. Методология исследований строилась на концепции международного исследования PISA (Programme for International Student Assessment), целью которого является оценка подготовки 15-летних учащихся по шести направлениям, одним из которых является математика.

Ключевые слова: математическая грамотность, проблемное обучение, критическое мышление, поиск решения, вычислительные навыки, PISA

Для цитирования: Самсикова Н. А., Букина Я. А. Методические подходы к формированию и оценке математической грамотности обучающихся // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 22–25.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

**METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE FORMATION AND ASSESSMENT
OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS**

Natal'ya A. Samsikova¹, Yana A. Bukina²

¹ Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

Abstract. In modern society, science and technology are rapidly developing, new innovative technologies are being created. Therefore, a person needs to retrain, develop and work on himself throughout his life. School education focuses on the versatile self-development of students, the ability to evaluate and analyze their results. functional literacy becomes the main thing, since it is "a person's ability to solve standard life tasks in various spheres of life and activity based on applied knowledge." One of its components is mathematical literacy. Therefore, the purpose of this work is to develop methodological recommendations for the organization of classes aimed at the formation of mathematical literacy of students and the development of tools for assessing mathematical literacy. This is very important for improving the learning processes of any basic disciplines. The research methodology was based on the concept of the PISA International study (Program for International Student Assessment), the purpose of which is to assess the preparation of 15-year-old students in six areas, one of which is mathematics.

Key words: mathematical literacy, problem-based learning, critical thinking, solution search, computational skills, PISA

For citation: Samsikova N. A., Bukina Y. A. Methodological approaches to the formation and assessment of mathematical literacy of students // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 22–25.

Введение

Федеральные государственные образовательные стандарты основного общего образования (далее по тексту ФГОС ООО) содержат минимально необходимые требования к уровню освоения основной образовательной программы общего образования, согласно которым обучающийся должен уметь применять математические знания для описания природных, общественных процессов, событий и формирования метапредметных данных по результатам решения задач по другим дисциплинам [2].

Математически грамотный человек не только должен знать формулы, теоремы, расчетные алгоритмы, но и уметь применять их при объяснении определенных процессов и явлений [3, с. 46]. Как оценить необходимый уровень математической грамотности для применения навыков математики к реальным процессам? Для этого нужна признанная методология. Концепция PISA предлагает один из вариантов такой методологии. Математика должна стать полезным инструментом формирования знаний о повседневной жизни. Поэтому представленное исследование исходило из гипотезы: если методические подходы к организации учебной деятельности обучающихся основаны на реализации принципов поэтапности и практической направленности в процессе выполнения учебных заданий с практико-ориентированным и межпредметным содержанием, то это повысит уровень сформированности математической грамотности как части функциональной грамотности личности [1]. В ходе исследования решались следующие задачи:

- провести анализ психолого-педагогической, методической литературы с целью определения состояния исследуемой проблемы в системе общего образования;
- составить набор заданий с практико-

ориентированным и межпредметным содержанием и разработать методические рекомендации по работе с ними;

- провести эмпирическое исследование по формированию математической грамотности обучающихся на основе разработанных заданий.

Методы и материалы

Принятое определение математической грамотности повлекло за собой разработку особого инструментария исследования: предложение учащимся нетипичных учебных задач, приближенных к реальным проблемным ситуациям, но решаемых доступными учащемуся средствами математики.

Основа организации исследования математической грамотности включает три структурных компонента:

- контекст, в котором представлена проблема;
- содержание математического контента, которое используется в заданиях;
- мыслительная деятельность, необходимая для того, чтобы связать контекст, в котором представлена проблема, с математическим содержанием, необходимым для ее решения.

Контекст задания – это особенности и элементы окружающей обстановки, представленные в задании в рамках предлагаемой ситуации. Допускаются четыре категории контекстов, близких учащимся: общественная жизнь, личная жизнь, образование, профессиональная деятельность, научная деятельность [3, с. 29–31].

Математический контент охватывает параметры физических объектов, процессов, систематизирующих четыре категории данных: пространство и форма, изменение и зависимости, количество, неопределенность и данные, которые охватывают основные типы

проблем, возникающих при взаимодействии с повседневными явлениями [3, с. 23–28].

Мыслительный процесс при разрешении предложенных проблем направлен на формирование следующих компетенций:

- формулировать ситуацию на языке математики;
- применять математические понятия, факты, процедуры;
- интерпретировать, использовать и оценивать математические результаты [3, с. 20–21].

Результаты исследования

В ходе изучения литературы и регламентной документации были выделены несоответствия:

◇ между быстрорастущими потребностями общества в качественном математическом образовании и результатами математической грамотности обучающихся;

◇ между достаточной теоретической изученностью проблемы формирования математической грамотности школьников и трудностями в отборе наиболее эффективных методов для формирования математической грамотности обучающихся;

◇ между необходимостью развития математической грамотности у школьников и недостаточным количеством методических пособий, позволяющих целенаправленно и планомерно развивать математическую грамотность.

По результатам проведенного первичного тестирования учащихся были оценены следующие умения, развитие которых должно формироваться в пятых классах:

- действия с натуральными числами и обыкновенными дробями;
- работа с числовыми выражениями и подстановка неизвестных переменных;
- нахождение делителей и кратных;
- выполнение приближенных вычислений, прикидка, оценка, округление;
- нахождение зависимости между величинами;
- знать и уметь переводить единицы измерения;
- решение задач при помощи подбора вариантов;
- умение работать с таблицами и диаграммами;
- умение устанавливать соответствие между реальными размерами фигуры и изображенными на рисунках;
- распознавать и описывать геометрические предметы в окружающем мире;
- умение делать развертку различных геометрических фигур;
- умение работать с элементарными геометрическими формулами;
- иметь представление о площади и периметре квадрата и прямоугольника, объеме куба, уметь применять на практике;

– уметь обосновывать истинность утверждений, анализировать результат.

Оценочные показатели были взяты за исходную базу мониторинга. Были разработаны задачи и составлен сборник по развитию математической грамотности.

При составлении и конструировании заданий для формирования и развития математической грамотности были соблюдены следующие требования.

1. Задачи для решения проблемных ситуаций должны быть близки или реальны в повседневной жизни школьника. Поставленная проблема должна быть интересна и актуальна для данной возрастной категории.

2. Для выполнения поставленной проблемы необходимо целостно применять математические навыки, такие, как формулировка задачи на математическом языке, поиск решения, вычислительные навыки, анализ и оценка результата.

3. Введение в проблему должно носить мотивирующий характер, не имеющий лишней информации, не связанной с решением проблемы, а также уровень читательской грамотности не должен учитываться при проверке математической грамотности.

4. Вопрос должен быть раскрыт полно, каждый шаг в решении задачи необходимо фиксировать для оценивания всей картины знаний ученика. В большинстве заданий обучающийся самостоятельно выбирает способ решения, что позволяет проверить осознанность его математических знаний и умение работы с проблемной ситуацией.

5. Используются задания разнообразного характера: с выбором одного или нескольких ответов, свободным кратким ответом в виде слова или выражения, с полным ответом, содержащим запись решения поставленной задачи.

Приведем в качестве примера одно из таких заданий.

Задание: рассмотрите план территории, внимательно прочтите текст и ответьте на вопросы.

Участок имеет единственный въезд и выезд. После входа на участок по правую сторону мы наблюдаем гараж, напротив него (по левую сторону) расположена баня общей площадью 9 кв. м. Жилой дом находится напротив ворот, слева от него расположен огород, отмеченный цифрой 2, на котором также расположена теплица. Помимо этого, на территории имеется будка для собак, находящаяся в дальнем правом углу. Территорию участка украшает пруд, расположенный в центре. Все дорожки внутри участка выложены тротуарной плиткой размером 0,5 × 0,5 м. Между баней и гаражом имеется площадка, выложенная той же плиткой.

Ответьте на следующие вопросы:

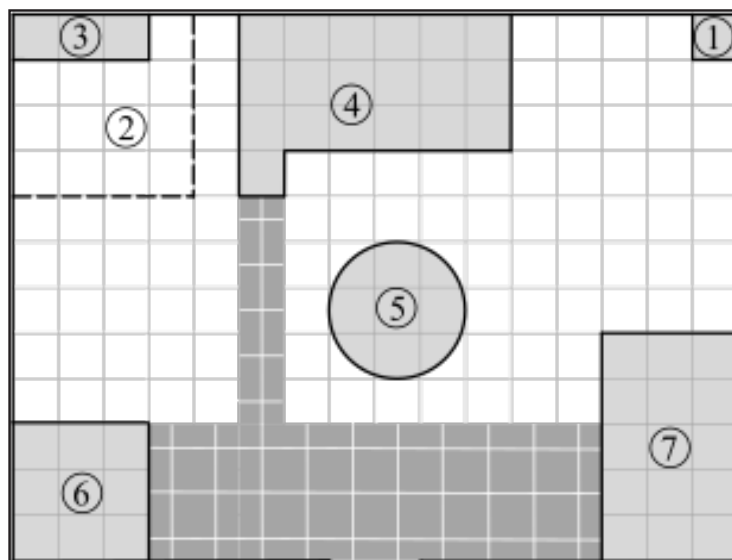


Рис. 1. План территории по адресу: Краснодарская область, станица Пластуновская, улица Советская, 7

1. Какими цифрами на плане обозначены: пруд, гараж и теплица?

2. Вычислите площадь жилого дома.

3. Хозяйка решила поменять тротуарную плитку по всей территории. В магазине она продается в количестве пяти штук. Определить, какое количество упаковок плитки необходимо для выкладки тротуара.

Контекст задания: личный, общественный.

Математическое содержание: пространство и форма, количество, зависимость.

Формат ответа: краткий и развернутый.

Решение.

1. Пруд – 5, гараж – 7, теплица – 3.

2. Исходя из плана дома, разделим его на два прямоугольника. Площадь первого равна 1 м^2 , площадь второго $6 \cdot 3 = 18 \text{ м}^2$. Тогда площадь дома равна: $18 + 1 = 19 \text{ м}^2$.

3. Поскольку одна плитка имеет площадь $0,25 \text{ м}^2$, для выкладки дорожек хозяйке потребуется 20 штук, а для территории между баней и гаражом – 120. Тогда всего: $120 + 20 = 140$ штук.

Вычислим количество упаковок тротуарной плитки: $140 / 5 = 28$ упаковок.

Выводы

После введения методических подходов по изучению математической грамотности и набора заданий показатели ее развития у обучающихся пятых классов значительно увеличились. Из этого следует, что гипотеза нами была подтверждена, экспериментально доказана эффективность созданных нами условий по развитию и формированию математической грамотности.

Список литературы

1. Рослова, Л. О. Функциональная математическая грамотность: что под этим понимать и как формировать / Л. О. Рослова // Педагогика. – 2018. – № 10. – С. 48–55.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс] // Федеральные государственные образовательные стандарты [официальный сайт]. – Режим доступа: <https://fgos.ru> (дата обращения: 18.07.2019).

3. PISA 2021 Mathematics Framework (First Publishing), 2018. – P. 20–46.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 26–29.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 26–29.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЧИСЛА π

Галина Михайловна Чуванова¹, Илья Олегович Артамонов²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Ilya1211200296@gmail.com

Аннотация. В статье раскрыта история появления числа π . Исследуется не только развитие суточной составляющей числа π с древних времен по настоящее время под влиянием изменения технологий расчета, но и расширение области приложения числа π по мере прогресса науки. В результате доказано, что любое число, отражающее некое постоянство соотношений значений протяженности и длин определенной геометрической фигуры, содержит ресурс уточнения, приводящего в последующем к снижению приближенности мегапоказателей применительно, например, к объектам Вселенной.

Ключевые слова: число π , аналитические методы определения числа π , расчетные методы определения числа π

Для цитирования: Чуванова Г. М., Артамонов И. О. История появления и развития числа π // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 26–29.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

THE HISTORY OF THE APPEARANCE AND DEVELOPMENT OF THE NUMBER π

Galina M. Chuvanova¹, Ilya O. Artamonov²

¹ Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical Education" training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Ilya1211200296@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the history of the number π . It is investigated how the calculation of the number π was adjusted from ancient times to the present. This happened under the influence of changes in calculation technologies. As a result, the application areas of the number π expanded. It is proved that any number reflecting a certain constancy of the ratios of the values of the extent and lengths of a certain geometric figure contains a resource of refinement, which leads to a decrease in the approximation of mega-indicators, applied, for example, to objects of the Universe.

Key words: the number of π , analytical methods for determining the number of π , computational methods for determining the number of π

For citation: Chuvanova G. M. , Artamonov I. O. The history of the appearance and development of the number π // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 26–29.

Введение

Числа сопровождают человеческую жизнь повсюду. История чисел берет начало с момента возникновения необходимости сравнения предметов жития и средств добычи древними людьми, уже научившимися с помощью знаков и речевой атрибутики передавать информацию и налаживать коммуникации. Тогда, конечно, оно возникло в самом простейшем виде, но вместе с человечеством развивались и числа. Изначально они использовались только для того, чтобы что-то подсчитать, измерить, то есть помогали именно в том, что было нужно в практической деятельности людей. Когда ряд таких чисел стал большим и появилось понимание, что он нескончаем, а набор инструментов подсчета их требовал постоянного расширения, возникла наука математика. И теперь число становится главным атрибутом математики, а дальнейшее развитие цифр уже обуславливается наукой. Еще в древности было обнаружено постоянство соотношений между отдельными показателями. И эти коэффициенты были узаконены и получили свои названия. В последующем была выдвинута гипотеза: при бесконечности натуральных чисел производные от них, например число π , также будут иметь определенную бесконечность, выраженную в многоразрядности долей целого числа. Целью данной работы является систематизация исторических данных расчета числа π в зависимости от подходов и технологий его определения. Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- исследование подходов определения числа π в контексте периодов развития математики;
- исследование результатов применения компьютерных технологий при исчислении числа.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- признания математического знания, его объективности в результате исторической обусловленности природы возникновения чисел и логики их применения;
- систематизации результатов применения чисел как основы формирования теории познания чисел и оценки устойчивости взаимосвязей между мерами и величинами;
- доказательств трансцендентности и иррациональности числа π .

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследований

Число π имеет богатую историю. Еще в древности было замечено, что отношение между длиной окружности и ее диаметром всегда имеет постоянную величину. И именно тогда было принято, что это отношение будет обозначаться числом π . Известно, что еще жители древнего Междуречья применяли довольно грубое приближение числа π . Из дошедших до нас древних задач следует, что в своих расчетах они используют значение $\pi \approx 3$.

В научных исследованиях число π используют в расчетах, связанных с кругами разных форматов (например, банки газировки, орбиты спутников и т. д.). Кроме этого, число π помогает описать любые периодические и колебательные системы. В частности – электромагнитные волны, музыку.

Отсюда понятна этимология названия числа π . Британский ученый Уильям Джонс (1675–1749 гг.) в своей книге «Новое введение в математику» напрямую увязал название буквы π с греческими словами "*περίφερεια*" – окружность, периферия и "*περίμετρος*" – периметр [7]. Работы Леонарда Эйлера (1737 г.) закрепили это обозначение, и оно стало общепризнанным [8].

После древнего Междуречья значение числа π уточнялось. Известно, что древние египтяне использовали более точное значение, о чем свидетельствуют две части древнеегипетского папируса, хранящиеся в Лондоне и Нью-Йорке. Папирус был составлен писцом Армесом примерно между 2000–1700 гг. до н. э. Там древнеегипетский ученый написал, что площадь круга с радиусом r равна площади квадрата со стороной, равной $8/9$ от диаметра окружности $8/9 \cdot 2r$, то есть $256/81 \cdot r^2 = \pi r^2$. То есть рассчитанный $\pi = 3,16$ [3].

Древнегреческий математик Архимед (287–212 гг. до н. э.) впервые поставил задачу измерения круга на научную почву. Он получил оценку $3 \cdot 10/71 < \pi < 3 \cdot 1/7$, рассмотрев отношение периметров вписанного и описанного 96-угольника к диаметру окружности. Архимед определил приближение числа π в виде дроби $22/7$, которое сейчас принято называть архимедовым числом.

В дальнейшем до середины XVII в. европейские ученые для расчета более точного π пошли путем Архимеда через увеличение сторон многоугольника. Например, голландский математик Лудольф ван Цейлен (1540–1610 гг.) предложил рассчитать приближенное значение числа π с точностью до 20 де-

сятичных цифр путем удвоения числа сторон вписанных и описанных многоугольников, доведя их до $60 \cdot 2^{29}$ -угольника. Для проведения расчетов ему понадобилось около десяти лет.

После смерти в его рукописях были обнаружены еще 15 точных цифр числа π . Лудольф завещал, чтобы найденные им знаки были высечены на его надгробном камне. π иногда называли «лудольфовым числом», или «константой Лудольфа» в честь него [1].

Франсуа Виет (1540–1603 гг.) был первым, кто предложил уйти от подхода расчета числа π Архимеда. По его расчетам, если диаметр круга равен 1, то площадь круга будет равна:

$$2 * \sqrt{\frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2}} * \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} \dots$$

При этом по другой формуле площадь круга определяется как πr^2 . Составив тождество и упростив выражение, можно получить уравнение для расчета π .

С началом развития математики переменных величин в XVII в. наступил новый этап вычисления числа π . Немецкий математик Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646–1716 гг.) в 1673 году открыл, что разложение числа π в общем виде будет представлять бесконечный ряд, что подтверждается современными расчетами. Ряд получается при подстановке $x = 1$ [10].

В своих работах Леонард Эйлер развил концепцию Лейбница, используя ряды для $\arctg$ значения x при вычислении числа π . В трактате «О различных методах выражения квадратуры круга приближенными числами», написанном в 1738 г., он представил усовершенствованные методы вычисления π по формуле Лейбница. Он утверждал, что ряд для арктангенса будет сходиться быстрее, если аргумент будет стремиться к нулю. Для $x = 1$ сходимость ряда очень медленная: для вычисления с точностью до 100 цифр необходимо сложить 10 в 50 степени членов ряда. Ускорить вычисления можно, уменьшив значение аргумента. Если принять $x = \frac{1}{\sqrt{3}}$, то получается бесконечный ряд. По мнению Эйлера, если взять 210 членов этого ряда, то получим 100 верных знаков числа. Полученный ряд неудобен, потому что необходимо знать достаточно точное значение иррационального числа [5].

Вычисления числа π продолжились в XX в. Индийский математик Сриниваса Рамануджан (1887–1920 гг.) обнаружил множество новых формул для π . В 1910 году он получил формулу для вычисления π через разложе-

ние арктангенса в ряд Тейлора: при $k = 100$ достигается точность в 600 верных цифр числа π [9].

Зачем люди так увлеклись расчетом числа π ? Принято, что десятичные знаки числа π выстроены архаично. С появлением теории хаоса сформировалось мнение, что должен быть какой-то инструмент, с помощью которого можно описать хаос и определить законы его возникновения и развития. Число π становится одним из таких инструментов. Его детализация, возможно, содержит ключ к будущей теории хаоса. Компьютеризация позволила значительно увеличить точность получаемых значений за короткие сроки. В 1949 году всего за 70 часов с помощью ENIAC группа ученых под руководством Джона фон Неймана (1903–1957 гг.) получила 2037 знаков после запятой числа π [2].

В 1989 году было получено 1 011 966 691 цифр после запятой. Данная формула хорошо подходит для вычисления π на персональных компьютерах.

Важным событием недавнего времени стало открытие формулы в 1997 году Саймоном Плаффом. Она позволяет извлечь любую шестнадцатеричную цифру числа π без вычисления предыдущих. Формула носит название «Формула Бэйли – Боруэйна – Плаффа» в честь авторов статьи, в которой формула была впервые опубликована [4].

В 2009 году японские ученые, используя суперкомпьютер T2K Tsukuba System, получили число π с 2 576 980 377 524 десятичными знаками после запятой. Вычисления заняли 73 часа 36 минут. Компьютер был оснащен 640 четырехъядерными процессорами AMD Opteron, что обеспечило производительность в 95 триллионов операций в секунду. Для вычислений они использовали формулу братьев Чудновских. Процесс вычисления занял 90 дней и 22 ТБ дискового пространства. В 2011 году они установили еще один рекорд, вычислив 10 триллионов десятичных знаков числа π . Вычисления происходили на том же компьютере, на котором был поставлен их предыдущий рекорд, и заняли в общей сложности 371 день. Сейчас известно уже более 12,1 триллиона цифр после запятой числа π [6].

Выводы

Таким образом, можно выделить в истории возникновения и развития числа π следующие этапы, связанные напрямую с прогрессом науки:

- геометрический период, когда людьми использовалось грубое значение соотношения длины окружности с ее диаметром;
- аналитический период, когда число π рассчитывалось на основании формул и заняло особое место в математике как науки;

- период компьютерных вычислений, когда расчет числа π рассчитывался на основе множества формул с использованием определенных алгоритмов цифровых технологий. Именно с периодом компьютерных расчетов связаны надежды с созданием теории хаоса через описание ряда десятичных знаков числа π .

Список литературы

1. Википедия. Свободная энциклопедия: Цейлен, Людольф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%B9%D0%BB%D0%B5%D0%BD_%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84 (дата обращения: 23.06.2022).

2. Википедия. Свободная энциклопедия: Нейман, Джон фон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B0%D0%BD_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD_%D1%84%D0%BE%D0%BD (дата обращения: 23.06.2022).

3. Википедия. Свободная энциклопедия: π (число) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8_\(%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8_(%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE)) (дата обращения: 23.06.2022).

4. Вычисление N-го знака числа π без вычисления предыдущих // Хабр [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/179829/> (дата обращения: 23.06.2022).

5. Исторический документ: наука. Зачем изобрели число π и кто его придумал, когда создали – история открытия [Электронный ресурс]. – URL: <https://history-doc.ru/nauka/kto-pridumal-chislo-pi/> (дата обращения: 23.06.2022).

6. Краткая история числа π [Электронный ресурс]. – URL: <http://bizikov.github.io/bizikov.ru/2015/01/history-of-pi/> (дата обращения: 23.06.2022).

7. Кто изобрел математический символ π . История британского ученого-самоучки Уильяма Джонса [Электронный ресурс]. – URL: <https://mel.fm/zhizn/istorii/7830165-william-jones> (дата обращения: 20.06.2022).

8. Мы создаем общение: история появления числа * π * [Электронный ресурс]. – URL: <https://uposter.ru/blog/interesnoye/13226.html> (дата обращения: 20.06.2022).

9. Рамануджан и число π // В мире науки: Scientific American. Издание на русском языке. – № 4. – Апрель. – 1988. – С. 58–60.

10. Формула Лейбница для π [Электронный ресурс]. – URL: https://wikipredia.net/ru/Leibniz_formula_for_pi (дата обращения: 23.06.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 30–34.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 30–34.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ МЕР ДЛИНЫ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Галина Михайловна Чуванова¹, Максим Алексеевич Бульвин²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, bulvin360@gmail.com

Аннотация. В жизни, учебной и художественной литературе часто встречаются старинные меры длины. Многие не знают, что они обозначают. Поэтому не всегда правильно понимают прочитанное. Поэтому каждому грамотному специалисту, работающему с историческими артефактами, иностранной статистикой, необходимо знать международную систему мер. В данной статье представлена история возникновения международной системы мер. Уделено внимание развитию системы мер в России. В результате сделан вывод, что главным фактором изменения и унификации системы мер является развитие науки и технологий.

Ключевые слова: сажень, дюйм, метр, килограмм, миля, секунда, сутки, эталон

Для цитирования: Чуванова Г. М., Бульвин М. А. Международные системы мер длины: история и современность // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 30–34.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

INTERNATIONAL SYSTEMS OF LENGTH MEASURES: HISTORY AND MODERNITY

Galina M. Chuvanova¹, Maksim A. Bulvin²

¹ Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical Education" training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, bulvin360@gmail.com

Abstract. In life, educational and fiction, ancient measures of length are often mentioned. Many people don't know what they mean. Therefore, they do not always understand what they read correctly. Therefore, every competent specialist working with historical artifacts and foreign statistics needs to know the international system of measures. This article presents the history of the emergence of the international system of measures. Attention is paid to the development of the system of measures in Russia. As a result, it is concluded that the main factor in changing and unifying the system of measures is the development of science and technology. Methodology was based on the concept of the PISA International study (Program for International Student Assessment), the purpose of which is to assess the preparation of 15-year-old students in six areas, one of which is mathematics.

Key words: a fathom, an inch, a meter, a kilogram, a mile, a second, a day, a standard

For citation: Chuvanova G. M., Bulvin M. A. International systems of length measures: history and modernity // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 30–34.

Введение

Развитие торговли и появление нового ресурса регулирования государством товарообменных отношений требовали принятия определенных договоренностей по измерению весовых и размерных параметров товаров, особенно наиболее часто закупаемых: веревка, соль, шелк и т. д. Сложно было описать расстояние до стоянки племени, оценить площадь засева пшеницей или иными злаковыми. С развитием расчетов в кредит появилась острая необходимость в знаниях о мерах, которые бы удовлетворяли и продавцов, и покупателей. Переход на масштабное производство и межтерриториальную кооперацию, в которой участвовали как компании, так и страны, требовал подписания соглашений, обеспечивающих признание мер отдельных стран как международных. При этом принимались меры тех территорий, чей уровень развития и экспансии был более высок. В отношении отдельных мер были согласованы так называемые эталоны. В отношении других до сих пор существуют различия применяемых мер. Но постепенно международные меры, трансформированные из национальных, начинают играть главную роль не только в международных отношениях, но и внутри национальных рынков. Поэтому целью данной работы является исследование эволюции мер отдельных территорий и активность трансформации их в общепризнанные.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- исторического анализа;
- обобщения результатов исследования, нахождения общих закономерностей путем обработки и интерпретации полученных данных.

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследования

В своей эволюции народы, вступая в общественные отношения, должны были научиться измерять и проводить исчисления. Первое, что они должны были сделать, – это найти единое мерило-эталон. Древние эталоны мер были договорными, и все они были связаны с самим человеком и его времяпровождением или известными животными и растениями. Там, где жизнь была связана с растениями, их выращиваем, сравнение проводили, например, с плодами деревьев. Например, название карат пришло к нам от на-

звания дерева акация кара. Вес одного зерна этого дерева равен одному карату. Эта единица жива по сей день и равна 1/5 грамма, или 200 миллиграммам [1]. В этих же обществах время сравнивали, например, со сменой времен года, периодом цветения различных растений.

В Древней Руси, где климатические условия были достаточно суровыми, мерилом являлся сам человек. Например, расстояния измеряли локтями. В качестве эталона применялся царский локоть – локоть помазанника божьего. Локоть – это расстояние от кончика локтевого сустава до конца среднего пальца при вытянутой руке. Царский локоть отличался от обычного ненамного. Большие расстояния мерили величиной, равной лошадиному циклу – расстоянию, которое лошадь может пройти (пробежать) без остановки на отдых. Также в качестве единиц измерения длины применялись: косая сажень (248 см) – расстояние от пальцев левой ноги до конца пальцев поднятой правой руки, маховая сажень (176 см) – расстояние между концами пальцев расставленных в стороны рук, локоть (45 см) – расстояние от концов пальцев до локтя согнутой руки. Такой же подход применялся и в других странах, когда измерение происходило с помощью увязывания с размерами частей тела человека [9]. На рисунке 1 изображено соотношение единиц длины с пропорциями тела человека.

Старинные русские меры длины и массы до сих пор живы в пословицах, поговорках и образных выражениях: «ни пяди земли», «мерить на свой аршин», «косая сажень в плечах», «съесть пуд соли», «фунт лиха», «ты от дела на пяденьку, а оно от тебя на саженьку», «мал золотник, да дорог».

Наблюдая за солнцем, человек научился измерять длительность процессов и явлений. Поэтому первым прибором для измерения времени были примитивные солнечные часы в виде воткнутого в землю шеста, с помощью которого измерялась длина тени по циферблату. Появление этих часов связано с моментом, когда человек осознал взаимосвязь между длиной и положением солнечной тени от тех или иных предметов и положением Солнца на небе [12].

Но солнечные часы могли функционировать лишь в ясную погоду. Поэтому был изобретен аналог – водяные часы. Название «клепсидры» происходит от греческих слов *"klepto"* (брат) и *"idor"* (вода). Эти часы были известны уже египтянам; в Китае ими также пользова-

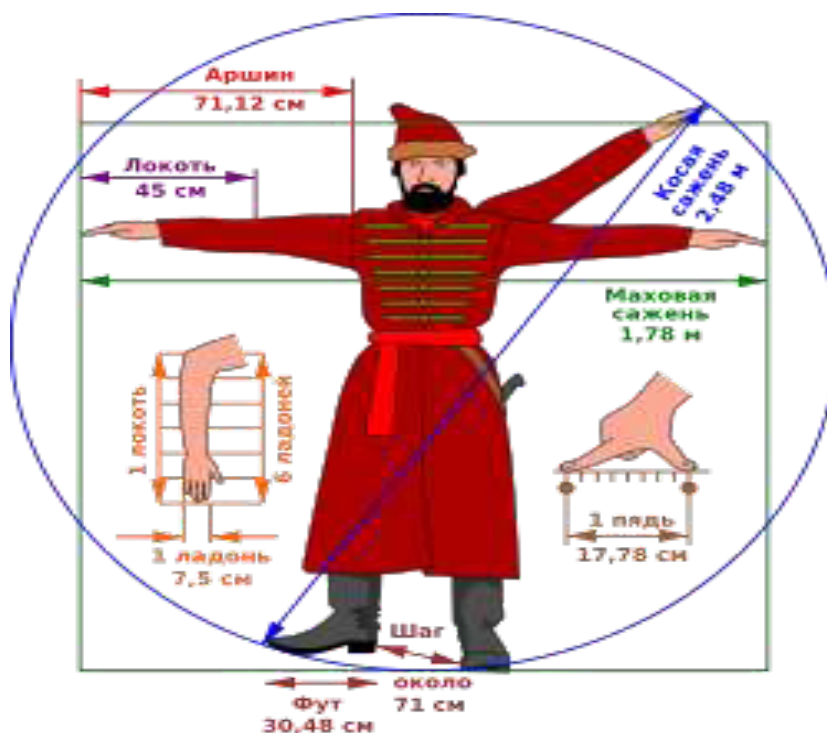


Рис. 1. Соотношение единиц длины с пропорциями тела человека

лись, причем уже 4,5 тысячи лет назад [5].

Кроме водяных часов, часто встречаются в описании древнего жития часы песочные и огневые. Недостаток песочных часов был в том, что при длительном использовании они теряли точность, так как песчинки постепенно измельчались, а отверстие в середине, наоборот, постепенно увеличивалось от истирания и поток песка становился больше, а время быстротечно [2].

Огневые часы на Востоке представляли собой сделанные из медленно горящего состава шнура или палочки. А с начала XIII века это была тонкая свеча длиной около метра со шкалой, нанесенной по всей длине. Эти часы довольно точно показывали время и при этом повышали свою полезность путем освещения ночью жилища знати [2].

Но все же такой метод измерений не был достаточно точным, особенно, когда продавец старался обхитрить покупателя. Например, при торговле сукном выгоднее было поставить продавцом невысокого человека, у которого, соответственно, длина локтя короче средних размеров.

Эта хитрость и многие похожие уловки становились причинами споров, раздоров и даже войн. Отсюда понятно стремление человечества уточнять и пересматривать уже установленные величины. Так, в 1736 г. российский сенат образовал комиссию мер и весов, в состав которой входили выдающиеся ученые – Л. Эйлер, А. К. Нартов и другие. Ей

предписывалось разработать эталонные меры, определить отношения различных мер между собой, выработать проект Указа по организации в России поверочного дела. Это требовало больших средств и усилий, поэтому не было осуществлено [13].

Спустя почти 60 лет, близкие принципы были сформулированы и реализованы во Франции в виде метрической системы мер. Перспективность внедрения метрической системы мер оценил Д. И. Менделеев, призвавший на первом съезде русских естествоиспытателей в 1867 г. облегчить «...возможность всеобщего распространения метрической системы и через то посодействовать общей пользе и будущему желанному сближению народов». По его инициативе Петербургская академия наук предложила учредить международную организацию, которая имела бы эталоны метрической системы мер, обеспечивая единообразие измерений в международном масштабе [6].

Так впервые прозвучало понятие «метрическая система» как некая международная десятичная система единиц, основными единицами которой являются метр, килограмм и секунда. При некоторых различиях в деталях элементы системы одинаковы во всем мире.

Согласно первому определению, принятому во Франции в 1791 г., метр был равен одной сорокамиллионной части длины парижского меридиана. Размер метра был определен на основе геодезических и астрономических из-

мерений Ж. Деламбра и П. Мешена [8]. Первый международный эталон метра был изготовлен французским мастером Ленуаром под руководством Ж. Борда в 1799 г. и получил наименование «метр архива», или «архивный метр» [8].

Человечество вступало в новую эру торговли, раздела территорий, освоения новых полезных ископаемых. В 1872 г. Международная метрическая комиссия приняла решение об отказе от «естественных» эталонов длины и принятии архивного метра как базовой меры длины. По нему был изготовлен 31 эталон в виде штриховой меры длины – бруса из сплава Pt (90 %) – Ir (10 %). Поперечное сечение эталона имеет форму X, придающую ему необходимую прочность на изгиб. Вблизи концов нейтральной плоскости эталона нанесено по три штриха. Расстояние между осями средних штрихов определяет при 0 °C длину метра. Эталон № 6 оказался в пределах погрешности измерений, равным архивному метру. Постановлением первой Генеральной конференции по мерам и весам этот эталон был принят в качестве международного прототипа метра [11].

Прототип метра и его две контрольные копии хранятся в Севре (Франция) в Международном бюро мер и весов. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ) в Санкт-Петербурге хранятся две копии (№ 11 и 28) Международного прототипа метра. При введении в СССР в 1918 г. метрической системы мер государственным эталоном метра была признана копия № 28. Международный прототип метра, погрешность которого $1 \cdot 10^{-7}$, и национальный прототип обеспечивали поддержание единства и точности измерений на необходимом для науки и техники уровне в течение десятков лет. Однако рост требований к точности линейных измерений и необходимость создания воспроизводимого эталона метра стимулировали исследования по определению метра через длину световой волны. 11-я Генеральная конференция по мерам и весам в 1960 г. приняла новое определение метра, положенное в основу Международной системы единиц (СИ): «метр – длина, равная $1650763,73$ длины волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона 86». Измерение длины прототипа № 28 на эталонном интерферометре показало, что он больше метра (по определению 1960 г.) на $0,22$ мкм [9].

По такому алгоритму была определена эталонная мера – метрический килограмм [10]. В XVIII веке при создании метрической системы мер килограмм был определен как масса 1 дм³ воды при 4 °C (при этой температуре у воды наибольшая плотность). В 1799 году был изготовлен прототип килограмма в виде платиновой гири, однако его масса была на $0,028$ г больше массы 1 дм³ воды.

Нынешний эталон был изготовлен в 1889 г. из платиново-иридиевого сплава в виде цилиндра высотой и диаметром 39 мм. С тех пор он хранится в Международном бюро мер и весов под тремя герметичными стеклянными колпаками. Были изготовлены также точные официальные копии международного эталона, которые используются как национальные эталоны килограмма. Всего было создано более 80 копий. Две копии международного эталона были переданы России, они хранятся во ВНИИ метрологии им. Менделеева. Примерно раз в десять лет национальные эталоны сравниваются с международным. Эти сравнения показывают, что точность национальных эталонов составляет примерно 2 мкг [8].

Продолжая историю с развитием часов, следует отметить, что и здесь наступила эпоха отказа от природных часов и перехода на единую систему измерений. Сначала секунду определяли как 1 из 86400 средних солнечных суток, так как уже в древности было известно, что длительность истинных солнечных суток колеблется в течение года. Астрономические наблюдения XIX и XX столетий показали, что вращение Земли замедляется, а также подвержено нерегулярным скачкам, так что в 1956 г. в качестве нового определения секунды была принята секунда эфемеридного времени, определение которой звучало как « $1/31556925,9747$ доля тропического года для 0 января 1900 г. в 12 часов эфемеридного времени». При определении секунды использовались фундаментальные таблицы движения Солнца и планет, на основании которых определялось эфемеридное время [11].

С 1600-х годов в Европе было принято делить день на 24 часа, которые подразделялись на 60 минут каждый. Примерно в 1680 г. лондонский часовщик Уильям Клемент начал делать напольные часы, которые были достаточно точны, чтобы надежно измерять секунды как 60 -е доли минуты. Эти часы использовали анкерный спусковой механизм с секундным маятником для показа секунд на отдельном маленьком циферблате. Такой механизм требовал меньше энергии, испытывал меньшее трение и был более точным по сравнению со штыревым спусковым механизмом. В течение нескольких лет все основные производители часов Великобритании добавили в свои механизмы секундные стрелки.

Часы, минуты и секунды прочно вошли в наш обиход, стали естественно восприниматься даже на фоне десятичной системы счисления. Сейчас именно эти единицы (в первую очередь секунда) являются основными для измерения промежутков времени.

Но в наше время еще продолжают использовать старые меры длины, веса. Например, во флоте и авиации расстояния измеряют милями (1852 м) и кабельтовыми (десятая часть

мили, то есть около 185 м), скорость – узлами (1 миля в час) [4]. А массу алмазов продолжают измерять в каратах (200 мг) [7]. Торги по нефти определяют объемы продаж в баррелях (159 л) и т. д. [3].

В Англии и США в настоящее время продолжают использовать природные меры длин, например: фут – «ступня» (31 см), дюйм – «большой палец» (25 мм). А в отношении ярда (91 см), единицы длины, появившейся почти 900 лет назад, есть легенда, что она появилась в результате измерения расстояния от кончика носа короля Генриха I до конца пальцев его вытянутой руки [14], что подчеркивает сходство подходов к выбору эталонов мер длины в России и Англии.

Выводы

Таким образом, меры как измерение или сравнение какой-либо величины с однородной величиной возникли в разных странах исходя из потребностей внутренней торговли, главного профиля хозяйственной деятельности, обмена. Но в последующем в связи с развитием таких наук, как физика, химия, астрономия, агрономия, почвоведение, судостроение и других, возникла потребность в эталонизации мер и принятии международной системы мер на основе соглашений и договоренностей. Поэтому измерение величин тесно связано с развитием науки и техники. Системы СИ при этом не отрицали существование национальных систем мер, а подчас включали их в международный классификатор. Но принятие их всегда должно было сопровождаться принятием согласованного эталона.

Список литературы

- 1 карат изначально соответствовал весу 1-го зернышка рожкового дерева // Фактрум [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.factroom.ru/facts/7394/> (дата обращения: 18.06.2022).
- Алехина, Е. Водяные часы. Огневые, водяные, песочные и механические часы. История создания часов [Электронный ресурс]. – URL: https://yandex.ru/turbo/syl.ru/s/article/194215/new_vodyanyie-chasyi-ognevye-vodyanyie-pesochnyie-i-mehanicheskie-chasyi-istoriya-sozdaniya-chasov (дата обращения: 18.06.2022).
- Баррель (американский нефтяной) // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C_\(%D0%BD%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C_(%D0%BD%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9)) (дата обращения: 18.06.2022).

4. В чем измеряется секунда // Что делать? Зачем? Для чего? Мы ответим на популярнейшие вопросы самых любознательных читателей [Электронный ресурс]. – URL: <https://mbambino.ru/articles/v-chem-izmeryaetsya-sekunda.html> (дата обращения: 18.06.2022).

5. Водяные часы // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock (дата обращения: 18.06.2022).

6. Голубинский, Ю. М. Система единиц величин. Система СИ и размерности [Электронный ресурс] / Ю. М. Голубинский. – URL: <https://studfile.net/preview/395913/> (дата обращения: 18.06.2022).

7. Карат // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82> (дата обращения: 18.06.2022).

8. Килограмм // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/266> (дата обращения: 18.06.2022).

9. Косая сажень // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C (дата обращения: 18.06.2022).

10. Метр (эталон) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbtgik.ru/book/1230.htm> (дата обращения: 18.06.2022).

11. Метр // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80> (дата обращения: 18.06.2022).

12. О часах // Young family [Электронный ресурс]. – URL: <https://youngfamily.ru/cntnt/ochasah.html> (дата обращения: 18.06.2022).

13. Развитие метрологии и ее роль в научных исследованиях // ЭЛИОН [Электронный ресурс]. – URL: <https://elionprofil.ru/nauchnyj-obozrevatel/istoricheskaya-spravka/razvitie-metrologii-i-ee-rol-v-nauchnyx-issledovaniya> (дата обращения: 18.06.2022).

14. Теоретические основы метрологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/2980205/> (дата обращения: 18.06.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 35–37.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 35–37.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР – ВЕЛИКИЙ МАТЕМАТИК И УЧЕНЫЙ

Маргарита Станиславовна Адамчук¹, Сергей Андреевич Говоруха²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, serzh.govorukha@mail.ru

Аннотация. Проведенное исследование биографии великого ученого XVIII в. Леонарда Эйлера показывает ключевую роль математики в становлении его как физика, астронома, инженера и философа. Математика рассматривается им как универсальный инструмент познания природных процессов и как основа философии мироздания.

Ключевые слова: математика как метод познания, интегральное исчисление, аналитическая геометрия, система математических обозначений

Для цитирования: Адамчук М. С., Говоруха С. А. Леонард Эйлер – великий математик и ученый // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 35–37.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

LEONHARD EULER IS A GREAT MATHEMATICIAN AND SCIENTIST

Margarita S. Adamchuk¹, Sergej A. Govoruxa²

¹ Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, serzh.govorukha@mail.ru

Abstract. Biography of the great scientist of the XVIII century. Leonhard Euler shows the key role of mathematics in his formation as a physicist, astronomer, engineer and philosopher. Mathematics is considered by him as a universal tool for cognition of natural processes and as the basis of the philosophy of the universe.

Key words: mathematics as a method of cognition, integral calculus, analytical geometry, a system of mathematical notation

For citation: Adamchuk M. S, Govoruxa S. A. Leonhard Euler is a great mathematician and scientist // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 35–37.

Введение

Математика играет большую роль в развитии социума. Математика есть универсальный язык науки и мощный метод научного

исследования, так как ее основами являются безупречная логика, объективная доказательность и наиболее совершенный способ мышления. Судьба Леонарда Эйлера является

доказательством влияния математики через мощный интеллект ученого на физику, топологию, философию и другие науки. Поэтому целью данной работы стало продемонстрировать на основе данных трудов Эйлера диффузию математических знаний в другие науки.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- историко-биографического анализа;
- обобщения результатов исследования, выявления общих закономерностей путем интерпретации полученных данных.

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследования

Леонард Эйлер родился 15 апреля 1707 г. в г. Базеле (Швейцария). Первые двадцать лет жизни ученый провел в Швейцарии. Первым, кто заметил его талант к математике, был его отец пастор, который и отправил его в гимназию. А в возрасте 13 лет молодой Эйлер поступает в университет Швейцарии. Учитель Эйлера Иоганн Бернулли быстро замечает его способности и позволяет посещать свой кабинет для решения более сложных задач. Здесь важно сделать небольшое отступление и сказать о личности Эйлера. В университете он изучает и сравнивает философию Декарта и Ньютона (впоследствии он, кстати, и получит степень магистра искусств за чтение лекции на латыни на эту тему). В будущем Эйлер во многих будет поддерживать философию Декарта, и для себя в науках он выберет математику как метод познания всего. Абсолютно любую вещь в мире Эйлер пытался посчитать.

В 19 лет Эйлер защищает диссертацию о физике звука, но, несмотря на положительные отметки, ему не дают ранг профессора. Но тут Россия набирает ученых в недавно созданную академию, и Эйлер принимает это предложение.

Здесь же у Эйлера появляется близкий друг Христиан Гольдбах (весьма талантливый криптолог и тоже математик). Из переписки с Гольдбахом мы можем знать многие вещи о жизни Эйлера, а также о том, в какой момент времени и над чем он работал. Работы у молодого профессора было много: картография, всевозможные экспертизы, консультации для кораблестроителей и артиллеристов, составление учебных руководств, проектирование пожарных насосов.

Но через 15 лет в России случается политический кризис, и Эйлер, опасаясь последствий, переезжает в Пруссию в Берлин. Именно здесь он пишет такие труды, как «Интегральное исчисление», «Анализ бесконечно малых» и «Диоптрика».

Отношения ученого с прусским монархом складывались далеко не гладко. Исследователи биографии Эйлера предполагают, что он затаил обиду на Фридриха II за то, что тот не назначил его президентом академии наук Берлина. Так это было или иначе, но в 1766 году Леонард покинул Берлин. К тому моменту он получил заманчивое предложение от новой российской императрицы Екатерины II.

В России у Эйлера с карьерой все было хорошо, однако еще в Берлине у него обнаружили катаракту левого глаза. Какие бы испытания ни выпадали на долю Эйлера, он не оставлял свои научные изыскания. Когда его глаза практически ослепли, читал и записывал для него сын Иоганн Альбрехт [1].

Попробуем перечислить все сферы, которыми интересовался Эйлер: математический анализ, алгебра, физика, оптика, механика, классическая механика, философия, астрономия, искусство, геометрия, топология, языки (русский, латынь, французский, греческий), артиллерия, кораблестроение, химия, ботаника, медицина.

В алгебре ему принадлежат работы о решении в радикалах уравнений высших степеней и об уравнениях с двумя неизвестными, а также так называемое тождество Эйлера о четырех квадратах.

Л. Эйлер значительно продвинул аналитическую геометрию, особенно учение о поверхностях второго порядка. В дифференциальной геометрии он детально исследовал свойства геодезических линий, впервые применил натуральные уравнения кривых, а главное, заложил основы теории поверхностей.

Л. Эйлер занимался и отдельными вопросами топологии и доказал, например, важную теорему о выпуклых многогранниках.

Невозможно перечислить все донныне употребляемые теоремы, методы и формулы Эйлера, из которых только немногие фигурируют в литературе под его именем (например, метод ломаных Эйлера, подстановки Эйлера, постоянная Эйлера, уравнения Эйлера, формулы Эйлера, функция Эйлера, числа Эйлера, формула Эйлера–Маклорена, формулы Эйлера–Фурье, эйлерова характеристика, эйлеровы интегралы, эйлеровы углы).

Одним из важнейших достижений Леонарда является систематизация теории функций. Именно его наработками сегодня пользуется весь мир, решая тригонометрические функции. Его авторству принадлежит символ «e», служащий для образования логарифмов и известный в настоящее время как «число Эйлера» [2]. Он придумал использовать греческую букву «Σ» для подведения итоговой суммы и символ «i», определяющий мнимую единицу [1].

В физике он ввел раздел «Вариационное

исчисление», изучал тепловые явления, магнетизм и электричество, оптику (усовершенствовал линзы телескопов). В механике он заложил основы теории турбин, получил формулу для критической нагрузки колонн, исследовал проблемы, касающиеся устойчивости корабля, особенности устройства ветряных мельниц. В астрономии точно определил массу Луны и составил таблицы ее движения. В искусстве, изучая поведение звука, получил уравнение струны (волновое уравнение).

Одно из замечательнейших открытий Эйлера в топологии – решение задачи о мостах Кёнигсберга. Суть задачи состояла в том, что река образует острова, и через два речных рукава перекинута 7 мостов. Спрашивается: можно ли пройти все 7 мостов так, чтобы каждый был пройден по одному лишь разу?

Эйлер доказал, что это невозможно, и показал более общую задачу, в которой речь идет о любом числе местностей, как-либо разделенных рукавами рек и соединенных мостами [3].

Выводы

Таким образом, биография и исследовательская деятельность Л. Эйлера еще раз подчеркнули важную фундаментальную роль

математики в развитии не только точных, но и гуманитарных наук. При этом несложно увидеть, что без философии познания, которая выполняет роль «научного гумуса», невозможна трансформация математических знаний и навыков в открытия по другим наукам.

Список литературы

1. 2542, Леонард Эйлер: кратко [Электронный ресурс]. – URL: <https://school1208.ru/raznoe/2542-leonard-eyler-kratko.html> (дата обращения: 16.05.2022).

2. Е-число // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/E_\(%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/E_(%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE)) (дата обращения: 16.05.2022).

3. Задача о семи кёнигсбергских мостах // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BE_%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8_%D0%BA%D1%91%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D1%81%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%85 (дата обращения: 16.05.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 38–41.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 38–41.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ

Маргарита Станиславовна Адамчук¹, Оксана Александровна Гриднёва²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студентка 1-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, gridneva.oksana.03@gmail.com

Аннотация. Загадочные числа Фибоначчи, представленные в виде определенной последовательности, до сих пор вызывают споры об их абсолютной устойчивости. Как показывают исторический экскурс и современная практика моделирования, нельзя отрицать роль чисел Фибоначчи в объяснении пропорций сторон геометрических фигур, строения ДНК, человеческого тела, рук, асимметрии легких, а также в волнах, закручивающих спирали на морской глади. Методы и технологии на основе золотой спирали нашли применение не только в фундаментальной, но и прикладной науке, такой, как программирование, шифрование, прогнозирование, управление большими массивами данных и т. д. Но, как выявило данное исследование, ресурс числа Фибоначчи очень масштабен, хотя и имеет определенные ограничения применения.

Ключевые слова: спираль Фибоначчи, золотое сечение, уровень коррекции

Для цитирования: Адамчук М. С., Гриднёва О. А. Числа Фибоначчи // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 38–41.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

FIBONACCI NUMBERS

Margarita S. Adamchuk¹, Oksana A. Gridneva²

¹ Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, gridneva.oksana.03@gmail.com

Abstract. Mysterious Fibonacci numbers, presented in the form of a certain sequence, still cause controversy about their absolute stability. As the historical digression and modern modeling practice shows, the role of Fibonacci numbers in the development of fundamental and applied mathematics, computer science and related sciences cannot be denied. The methods and technologies developed on the basis of the golden spiral are widely used in various fields of human life, from purely scientific to applied, such as computer graphics, cryptography, programming, data processing, etc. But, as this study has revealed, there are certain limitations to their use.

Key words: Fibonacci spiral, the golden ratio, retracement levels

For citation: Adamchuk M. S., Gridneva O. A. Fibonacci numbers // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 38–41.

Введение

Любое открытие в области науки связано с человеком необыкновенной энергии и судьбы. Так и в этот раз. Не было человека с такой фамилией, а был математик Леонардо Пизанский из совсем незнатной семьи по прозвищу Фибоначчи. Он был сыном торговца, много путешествовал с отцом по Ближнему Востоку. Именно тогда он получил доступ к трактатам античных и индийских математиков в арабском переводе. Он стал автором первого математического труда в Европе, в котором была представлена очень удобная десятичная система счисления, позаимствованная арабами у древних индийцев. Именно она потом заменила тяжеловесную римскую систему цифр, с которыми очень сложно было производить какие-либо действия. Первый трактат, посвященный арабским цифрам, назывался «Книга абака». Второй трактат, посвященный геометрии, назывался «Практика геометрии». Обе книги почти четыре века стали основными учебниками по математике в Европе.

В своей первой книге «Книга абака» Фибоначчи описал собственное математическое открытие – ряд чисел, в котором каждое последующее число равнялось сумме двух предыдущих. Фибоначчи заинтересовался размножением кроликов, помещенных в замкнутое пространство. Он задал такие условия: существует пара новорожденных кроликов (самец и самка) такой интересной породы, что они регулярно (начиная со второго месяца) производят потомство – всегда одну новую пару кроликов. То же, как можно догадаться, самца и самку. При этом оговаривалось, что ни один кролик не умирает от какой-нибудь загадочной кроличьей болезни.

Задан период один год. По итогам года нужно определить итоговое количество кроликов. В начале первого месяца у экспериментатора только одна пара кроликов. В течение месяца они спариваются.

Поэтому по итогу второго месяца в наличии будут уже две пары кроликов (пара – родители + пара – их потомство), то есть четыре кролика.

В течение третьего месяца первая пара рождает новую пару, вторая пара спаривается. По окончании третьего месяца в наличии три пары кроликов.

На четвертый месяц: первая пара рождает новую пару, вторая пара времени не теряет и тоже рождает новую пару, третья пара пока только спаривается. В итоге: пять пар кроликов.

Таким образом, можно рассчитать число кроликов на n -ый месяц. Оно равно числу пар кроликов из предыдущего месяца плюс число новорожденных пар (их столько же, сколько пар кроликов было за два месяца до

настоящего момента). Количество кроликов можно рассчитать по формуле: $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$.

Налицо рекуррентная числовая последовательность, где каждое следующее число равно сумме двух предыдущих:

$$1 + 1 = 2$$

$$2 + 1 = 3$$

$$3 + 2 = 5$$

$$5 + 3 = 8$$

$$8 + 5 = 13$$

$$13 + 8 = 21$$

$$21 + 13 = 34$$

$$34 + 21 = 55$$

$$55 + 34 = 89$$

$$89 + 55 = 144$$

$$144 + 89 = 233$$

$$233 + 144 = 377 < \dots >$$

Последовательность бесконечна: ... 377, 610, 987 <...>. Важно задать конкретный срок: например, год. Результат 12-го периода определяет 13-й член последовательности, равный 377. По итогам года в загоне будут 377 кроликов. Является ли поведение последовательности устойчивым? Попробуем ответить на этот вопрос в представленной статье. Поэтому целью работы является выявление уникальности и устойчивости ряда чисел Фибоначчи [3].

Методы и материалы исследования

При написании статьи использовались методы:

- историко-биографического анализа;
- систематизации результатов исследования, выявления закономерностей, определяющих устойчивость ряда чисел Фибоначчи.

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследования

Таким образом, как показал эксперимент с кроликами, есть определенная прогрессия чисел, отражающая ряд чисел, изменение которых в последующем происходит по определенному правилу: каждое следующее число в ряду получается суммированием двух предыдущих. Обзор литературы показал, что последовательность чисел может быть двусторонней, охватывающей положительные и отрицательные числа. При этом последовательность отрицательных и положительных чисел стремится в свою бесконечность.

Можно начинать ряд чисел Фибоначчи и с отрицательных значений n . При этом последовательность в таком случае является двусторонней (то есть охватывает отрицательные и положительные числа) и стремится к бесконечности в обоих направлениях. Пример такой последовательности: $-55, -34, -21, -13, -8, -5, -3, -2, -1, -1, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55$.

Если задать изначально другую пару чи-

сел, то возникнет в результате сложения двух предыдущих чисел другая последовательность чисел. Например, последовательность чисел Люка, названная по фамилии французского математика Франсуа Люка: 2, 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, 322, 521...

Многое в природе и творениях человеческого разума подчиняется последовательности Фибоначчи. Например: число спиралей на большинстве шишек и ананасах, расположение листьев и ветвей на стеблях многих растений, количество белых (8) клавиш и черных (5) клавиш в каждой октаве (13) на пианино. Длины и ширины многопрямоугольных предметов, таких, как учетные карточки, окна, игральные карты и прочих, соответствуют последовательным числам ряда Фибоначчи [2].

Но общим является то, что соотношение каждого последующего числа на меньшее из двух пар будет неумолимо приближаться к магическому числу 1,618.

Число 1,618 известно с древних времен. Его еще называют числом золотого сечения и получают делением целого (например, отрезка) на такие части, которые соотносятся по следующему принципу: большая часть относится к меньшей так же, как и вся величина (например, сумма двух отрезков) к большей части. Первое упоминание о золотом сечении можно встретить у Евклида в его трактате «Начала» (примерно 300 лет до н. э.). в контексте построения правильного прямоугольника.

Этот термин в 1835 году ввел в оборот немецкий математик Мартин Ом.

Если описывать золотое сечение приблизительно, оно представляет собой пропорциональное деление на две неравных части: примерно 62 и 38 %. В числовом выражении золотое сечение представляет собой число 1,6180339887.

Пропорции золотого сечения нашли отражение в картинах эпохи Ренессанса (картины Леонардо да Винчи), архитектуре (Атланты Эрмитажа), кинематографе («Броненосец «Потемкин»» С. Эзенштейна) и других областях. Соблюдение пропорций золотого сечения было долгое время неоспоримым требованием эстетики архитектурных объектов. Оно принимается сегодня, но современные художественные инсталляции подчас демонстрируют отказ от соблюдения классических пропорций. Но в проектировании объектов прямоугольных форм все же налицо стремление к соблюдению эталона.

Если длина отрезка $c = 1$, $a = 0,618$, $b = 0,382$, то соотношение $c / a = 1,618$, а соотношение $c / b = 2,618$.

Если мы возьмем два следующих друг за другом члена из последовательности чисел Фибоначчи и разделим большее число на меньшее, получим приблизительно 1,618.

Если задействуем то же большее число и следующий за ним член ряда (то есть еще большее число) – их отношение равно 0,618.

Продemonстрируем это на примере последовательности: 144, 233, 377.

$$233/144 = 1,618 \text{ и } 233/377 = 0,618$$

При этом, если проделать тот же эксперимент с числами из начала последовательности (например, 2, 3, 5), ничего не получится. Делаем вывод: правило золотого сечения почти не соблюдается для начала последовательности. Но по мере продвижения вдоль ряда и возрастания чисел работает отлично.

И для того, чтобы вычислить весь ряд чисел Фибоначчи, достаточно знать три члена последовательности, идущих друг за другом. Еще одну любопытную параллель между числами Фибоначчи и золотым сечением позволяет провести так называемый золотой прямоугольник: его стороны соотносятся в пропорции 1,618 к 1.

Например, возьмем два последовательных члена ряда Фибоначчи – 8 и 13 – и построим прямоугольник со следующими параметрами: ширина = 8, длина = 13.

А затем разобьем большой прямоугольник на меньшие. Обязательное условие: длины сторон прямоугольников должны соответствовать числам Фибоначчи. То есть длина стороны большего прямоугольника должна быть равной сумме сторон двух меньших прямоугольников.

Строить прямоугольники можно и в обратном порядке. То есть начать построение с квадратов со стороной 1. К ним, руководствуясь озвученным выше принципом, достраиваются фигуры со сторонами, равными числам Фибоначчи. Теоретически продолжать так можно бесконечно долго – ведь и ряд Фибоначчи формально бесконечен.

Если соединить плавной линией углы полученных на рисунке прямоугольников, получим логарифмическую спираль. Вернее, ее частный случай – спираль Фибоначчи. Она характеризуется, в частности, тем, что не имеет границ и не изменяет формы.

Сама природа создает свои математические модели в виде рога животного, очертаний космической галактики, морской раковины.

Использование чисел Фибоначчи в кодировании геофизической информации и любой другой информации, формируемой при проведении многолетнего мониторинга, – довольно частое явление, благодаря возможности кодирования большего количества знаков, чем при применении иных кодов.

Магию чисел Фибоначчи постоянно эксплуатируют писатели, кинематографисты и музыканты. Последовательность чисел Фибоначчи становится кодом, с помощью которого в бестселлере Дэна Брауна «Код да

Винчи» главные герои открывают сейф и получают доступ к документам.

В американском фильме 2009 года «Господин Никто» в одном из эпизодов адреса дома представляет собой часть последовательности Фибоначчи – 12358. Кроме этого, в другом эпизоде главный герой должен позвонить по телефонному номеру, который, по сути, та же, но слегка искаженная (лишняя цифра после цифры 8) последовательность: 123-581-1321.

Разработчики java-игры для мобильных телефонов Doom RPG поместили на одном из уровней секретную дверь. Открыть ее может тот, кто знает числовую последовательность Фибоначчи, так как они становятся кодом.

В 2012 году российская рок-группа «Сплин» решила повторить опыт американской рок-группы "Tool", создавшей музыкальную композицию с вокальной партией на 1 : 37 минуте, выпустив концептуальный альбом «Обман зрения». Восьмой трек носит название «Фибоначчи». В стихах лидера группы Александра Васильева обыграна последовательность чисел Фибоначчи по смысловым частям песни от 0 до 21. На каждый из девяти последовательных членов приходится соответствующее число строк (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21).

Последовательность чисел Фибоначчи может стать инструментом технического анализа тренда котировок в сочетании с другими инструментами для расчета прогноза потенциального конца коррекции через расчет процента от предыдущей котировки.

Считается, что во время мощного рыночного движения цены могут откатываться на 23,6 % (это соответствует отношению числа ряда Фибоначчи на позиции N к числу на позиции N + 3), 38,2 % (соответствует отношению числа ряда Фибоначчи на позиции N к числу на позиции N + 2), или 50 % (половина). Эти уровни коррекции Фибоначчи считаются «нормальными». Если же цена падает на 61,2 % (отношение двух соседних чисел ряда Фибоначчи – позиции N и N + 1) и более, то это серьезный сигнал вероятного разворота тренда [1].

Выводы

Представленные исторические и расчетные факты подчеркивают уникальность чисел Фибоначчи. Но их выстраиваемую последовательность, демонстрируемую в природных математических моделях, до сих пор не могут объяснить. Это остается загадкой, что подчеркивается незыблемым постоянством значения золотого сечения. Что это? Неразгаданный ребус природы или ключ к пониманию процессов, происходящих вне нашей воли по каким-то неведомым законам?..

Список литературы

1. Уровни Фибоначчи в трейдинге [Электронный ресурс]. – URL: <https://journal.openbroker.ru/trading/urovni-fibonachchi-v-trejdinge/> (дата обращения: 17.06.2022).
2. Числа Фибоначчи: нескучные математические факты // 4 BRAIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://4brain.ru/blog/%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B0-%D1%84%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%87%D0%B8/> (дата обращения: 17.06.2022).
3. Числа Фибоначчи: что, как и почему // Машины и механизмы [Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/YLnQ-jrbZU-lOk1p> (дата обращения: 17.06.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 42–44.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 42–44.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОНЯТИЯ «ФУНКЦИЯ»

Маргарита Станиславовна Адамчук¹, Владимир Владимирович Кондратьев²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, vova-bulgaria@mail.ru

Аннотация. В статье изложена эволюция расширения сущности понятия «функция» под влиянием развития математики и других естественных наук.

Ключевые слова: функция переменного количества, аналитическая зависимость, функциональная зависимость множеств, обобщенная функция, функция соответствия, дельта-функция

Для цитирования: Адамчук М. С., Кондратьев В. В. История развития понятия «функция» // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 42–44.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF THE TERM "FUNCTION"

Margarita S. Adamchuk¹, Vladimir V. Kondratev²

¹ Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 2nd year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, vova-bulgaria@mail.ru

Abstract. The article describes the evolution of the expansion of the essence of the concept of "function" under the influence of the development of mathematics and other natural sciences.

Key words: Fibonacci spiral, the golden ratio, retracement levels

For citation: Adamchuk M. S, Kondratev V. V. History of the development of the term "function" // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 42–44.

Введение

Развитие естественных знаний базируется на объяснении определенных зависимостей между явлениями и величинами. Такая зависимость определялась понятием «функция». Обнаруженная как результат в математиче-

ских расчетах, она в последующем применялась как аналитический инструмент. С этого момента функция расширила границы области применения, так как с развитием технологий позволила анализировать множество связей и закономерностей. Целью данной ра-

боты стало определение трэка развития понятия от простых сущностей к сложным.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- исторического анализа;
- обобщения результатов исследования, выявления общих закономерностей развития понятия «функция».

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследования

Окружающий мир состоит из объектов. У одного объекта есть определенная характеристика, которая, возможно, зависит от состояния другого объекта. Представим занятия в спортивной секции. Тренируемые заходят в раздевалку и на полке при входе оставляют уличную обувь. Тренируемые и обувь при входе – это два множества. Каждому тренируемому соответствует определенная пара обуви определенного размера. В этом случае может возникнуть множество соответствий между множеством обуви. Но если мы хотим установить соответствие между определенным размером обуви и тренируемыми, то таких соответствий будет меньше: одному размеру обуви может соответствовать определенное подмножество тренируемых. Соответствие между множествами, как это было в первом случае, когда одному или нескольким человекам может соответствовать обувь только определенного размера, называется функцией. Размеры обуви будут областью значений функции, а тренируемые – областью определения функции. Впервые термин «функция» (от лат. *"functio"* – совершение, выполнение) ввел немецкий математик Готфрид Вильгельм Лейбниц в 1673 г., отражая свое понимание, что есть величина постоянно изменяющаяся, например время, и есть величина, зависящая от нее, например, длина пути. Первая величина получила название «переменная», а вторая – «константа». В XVIII веке с развитием Декартовой системы координат и иных аналитических подходов в математике появляется новый взгляд на функцию как на формулу, связывающую одну переменную с другой переменной. И наступила эра аналитического задания функции [1].

Такое представление функции доминировало на протяжении всего XVIII в. Жан Лерон Д'Аламбер, Жозеф Луи Лагранж, Жан-Батист Жозеф Фурье и другие видные математики были признанными апологетами этого представления функции. Только Эйлер не всегда придерживался вышеуказанного определения. В его работах функция подвергалась дальнейшему развитию в соответствии с требованиями математического анализа. В 1755 го-

ду Эйлер дает общее определение функции: «Когда некоторые количества зависят друг от друга таким образом, что при изменении последних и сами они подвергаются изменению, то первые называют функцией вторых». В дальнейшем с развитием естествознания и математики происходило обобщение и унификация понятия «функция».

Русский математик Н. И. Лобачевский внес свой вклад в понимание функции, усомнившись в том, что изменение переменной всегда вызывает изменение функции. В работе «Об исчезании тригонометрических строк» он писал: «Общее понятие требует, чтобы функцией от x называть число, которое дается для каждого x и вместе с x постепенно изменяется. Значение функции может быть дано аналитическим выражением или условием, которое подает средство испытывать все числа и выбирать одно из них; или, наконец, зависимость может существовать, или оставаться неизвестной... Обширный взгляд теории допускает существование зависимости только в том смысле, чтобы числа, одни с другими в связи, принимались как бы данными вместе» [2].

В пику ему в 1837 году немецкий математик П. Л. Дирихле встал на защиту принципа соответствия между переменной и постоянной величинами, сказав: « y есть функция переменной x , если каждому значению x на этом отрезке соответствует совершенно определенное значение y , причем безразлично, каким образом установлено это соответствие – аналитической формулой, графиком, таблицей либо даже просто словами».

Примером, соответствующим этому общему определению, может служить так называемая функция Дирихле – функция, принимающая единицу на рациональных значениях и ноль – на иррациональных, стандартный пример всюду разрывной функции. Таким образом, примерно в середине XIX века после длительной борьбы мнений понятие функции освободилось от рамок просто формулы и стала инструментом определения четкого соответствия множеств [3].

Во второй половине XIX века после создания теории множеств в понятие функции помимо идеи соответствия была включена и идея множества. Таким образом, в полном своем объеме общее определение понятия функции формулируется следующим образом: если каждому элементу x множества A поставлен в соответствие некоторый определенный элемент y из множества B , то говорят, что на множестве A задана функция $y = f(x)$, или что множество A отображено на множество B . В первом случае элементы x множества A называют значениями аргумента, а элементы их множества B – значениями функции; во втором случае x – прообраз, y – образ.

Общее понятие функции применимо, конечно, не только к величинам и числам, но и к другим математическим объектам. Например, к геометрическим фигурам. При любом геометрическом преобразовании мы имеем дело с функцией. Другими синонимами термина «функция» в различных отделах математики являются: соответствие, отображение, оператор, функционал, дифференциал, производная и др.

Открытие атомов, ядер, протонов, электронов могло быть описано только с помощью функции. Дальнейшее расширение понятия функции стало особенно острой темой после выхода в свет в 1930 г. книги «Основы квантовой механики» Поля Дирака, крупнейшего английского физика, одного из основателей квантовой механики.

Дирак ввел так называемую дельта-функцию (*то есть эта функция не равна нулю только в точке $x = 0$, где она обращается в бесконечность таким образом, чтобы ее интеграл по любой окрестности $x = 0$ был равен 1*). В связи с этим советский математик Николай Максимович Гюнтер и другие ученые опубликовали в 30–40-х годах XX века работы, в которых неизвестными являются не функции точки, а «функции области», что лучше соответствует физической сущности явлений [4].

Было введено понятие обобщенной функции французом Лораном Шварцем. Оно дает возможность выразить в математически корректной форме такие идеализированные понятия, как плотность материальной точки, точечного заряда, точечного диполя (пространственную), плотность простого или двойного слоя, интенсивность мгновенного источника и т. д. [4].

В 1936 году 28-летний советский математик и механик Сергей Львович Соболев пер-

вым рассмотрел частный случай обобщенной функции, включающей и дельта-функцию, и применил созданную теорию к решению ряда задач математической физики.

Выводы

Таким образом, представленное исследование доказывает, что эволюция понятия «функция» от простой зависимости одной величины от другой до сущности обобщенной функции множественной связи зависимостей была обусловлена, прежде всего, приемственностью знаний и расширением влияния математических знаний на другие естественные науки.

Список литературы

1. История развития понятия «функция» // Studyport [Электронный ресурс]. – URL: <https://studyport.ru/referaty/tochnyje-nauki/3829-istorija-razvitija-ponjatija-funktsija> (дата обращения: 30.06.2022).
2. Классическое понятие функции и его трансформация (19–20 века) // StudFiles [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/9203174/page:4/> (дата обращения: 30.06.2022).
3. Функция Дирихле // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%94%D0%B8%D1%80%D0%B8%D1%85%D0%BB%D0%B5 (дата обращения: 30.06.2022).
4. Шварц, Лоран // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%86,%D0%9B%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD> (дата обращения: 30.06.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 45–48.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 45–48.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 004.056

АСИММЕТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ШИФРОВАНИЯ

Валентина Альбертовна Дегтяренко¹, Мария Романовна Помыткина²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, pomytkina.01@mail.ru

Аннотация. У каждого человека есть право на сохранение вне публичной информации, прежде всего, для сохранения личной безопасности, безопасности семьи и близких. Для компаний потеря конфиденциальности финансовой, инвестиционной информации, информации о партнерах может привести к ее краху и поглощению конкурентами. На уровне государства поводов для закрытия доступа к такому уровню информации еще больше, так как она становится стратегическим ресурсом, потеря которого грозит потерей обороноспособности, имиджевыми потерями и дефолтом. Очень сложно добиться изоляции информации в физическом формате. Лучше переформатировать ее в нечитаемый текст путем шифрования. Шифрование можно провести следующими способами: симметричное, асимметричное, с помощью хеширования и электронно-цифровой подписи. Все эти способы при всех их достоинствах и недостатках способны обеспечить целостность, конфиденциальность информации и доступность только для зарегистрированных пользователей. Система асимметричного шифрования строится на генерации двух ключей: закрытого, с помощью которого шифруется информация, и открытого, с помощью которого дешифруется информация. В обоих случаях применяется свой алгоритм. Этим и обеспечивается защищенность информации.

Ключевые слова: криптография, шифрование, дешифрование, асимметричная система, симметричная система

Для цитирования: Дегтяренко В. А., Помыткина М. Р. Асимметричные системы шифрования // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 45–48.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

ASYMMETRIC ENCRYPTION SYSTEMS

Valentina A. Degtyarenko¹, Mariya R. Pomytkina²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² 3d year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, pomytkina.01@mail.ru

Abstract. Encryption will be useful when you need to hide some information from unauthorized persons and provide secret data to authorized users. A feature of this type of data transfer is the use of a key. There are three states of security: hiding information from outsiders; prevention of changes;

preservation of information integrity; Sender ID A decryptor is required to read information other than the key. This is what makes it impossible for attackers to receive data, because having intercepted data, but without a key, it is impossible to read them. There are two types of encryption: symmetric and asymmetric. Sending information occurs as follows: the sender encrypts the data; the recipient deciphers. Each transformation is implemented using algorithms that use keys to solve them.

Key words: cryptography, encryption, decryption, asymmetric system, symmetric system

For citation: Degtyarenko V. A, Pomytkina M. R. Asymmetric encryption systems // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 45–48.

Введение

В начале 70-х годов XX века актуализировался вопрос защиты информации, прежде всего, в связи с масштабным применением технических средств разведки. В начале применяли симметричное шифрование. Но его недостаток заключался в том, что шифрование и расшифровку можно было осуществлять одним ключом. Для этого пользователю, который должен был дешифровать информацию, нужно было переслать ключ. Как альтернатива было разработано асимметричное шифрование в начале 80-х годов. Новый подход шифрования строился на генерации публичного и секретного паролей. При этом взлом шифрующего хоста сгенерирует новую пару паролей сразу. Поэтому эта форма шифрования признается более защищенной. С созданием асимметричного шифрования симметричное утратило свою актуальность. Целью данной работы является исследование асимметричных систем шифрования и оценка их уязвимости по сравнению с симметричными системами шифрования.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- описания;
- выборочного анализа;
- сравнительного анализа;
- обобщения результатов исследования.

Исследование проводилось по данным учебных и научных изданий авторов, таких, как: А. П. Алфёров, А. Ю. Зубов, П. О. Девянин, О. О. Михальский, Д. И. Правиков, А. Ю. Щербаков, О. С. Зенкин, М. А. Иванов, М. Е. Масленников, А. А. Молдовян, Н. А. Молдовян, Б. Я. Советов, В. И. Нечаев, А. В. Петраков, А. Г. Ростовцев.

Результаты исследований

В симметричной системе шифрования используется один и тот же секретный ключ для шифрования и расшифровки. Такие шифры достаточно легко взломать. Отправитель и получатель заранее договариваются о секретном ключе и алгоритме шифрования и дешифрования.

Принцип действия заключается в следующем:

1) отправитель и пользователь заранее договариваются о секретном ключе, данных, подлежащих шифрованию, и алгоритме шифрования;

2) применяя математические функции и преобразования, соединяем ключ и данные. Путем умножения каждого байта сообщения на число из ключа получаем новое число. Такую операцию проделываем с каждым байтом исходного сообщения. Результат получаем в виде массива из цифр – зашифрованные данные [9];

3) передаем полученные данные по любому каналу связи. Без ключа данные не интересны, даже если их перехватят;

4) получатель берет этот массив из чисел, делит каждое на число из того же ключа и получает исходное сообщение, которое можно прочитать.

Асимметричное шифрование предполагает использование двух ключей – открытого и закрытого. Открытый (публичный) ключ применяется для шифрования информации и может передаваться по незащищенным каналам. Закрытый (приватный) ключ применяется для расшифровки данных, зашифрованных открытым ключом [10]. Открытый и закрытый ключи – это очень большие числа, связанные друг с другом определенной функцией, но так, что, зная одно, крайне сложно вычислить второе [3, с. 12–48].

Принцип действия алгоритмов шифрования в асимметричных системах заключается в следующем:

1. Субъект А (как правило, сервер) генерирует пару ключей, открытый и закрытый (публичный и приватный).

2. Субъект А передает открытый ключ субъекту Б. Передача может осуществляться по незащищенным каналам.

3. Субъект Б шифрует пакет данных при помощи полученного открытого ключа и передает его А. Передача может осуществляться по незащищенным каналам.

4. Субъект А расшифровывает полученную от Б информацию при помощи секретного, закрытого ключа [1, с. 385].

Криптография с открытым ключом основывается на результатах классической теории чисел. Одной из важнейших операций в криптографии с открытыми ключами являет-

ся операция возведения в степень по модулю. Целое положительное число p называется простым, если оно не делится ни на какое другое число, кроме самого себя и единицу. Примеры простых чисел – 11, 23; составных – 10, 22, 27 [1, с. 386].

В основе криптографии может быть любая математическая теорема. Любое целое число может быть представлено в виде произведения простых чисел, причем единственным способом. Примеры разложения составных чисел на простые сомножители: $10 = 2 \cdot 5$, $22 = 2 \cdot 11$, $27 = 3 \cdot 3 \cdot 3$. Два числа называются взаимно простыми, если они не имеют ни одного общего делителя, кроме единицы.

Примеры: числа 27 и 28 – взаимно просты, числа 27 и 33 имеют общий делитель 3, отличный от единицы, и не являются взаимно простыми.

Наибольший общий делитель (НОД). Пусть a и b – два целых положительных числа. НОД чисел a и b есть наибольшее число c , которое делит и a , и b . Обозначения: $c = (a, b)$, $c = \text{НОД}(a, b)$. Можно сказать, что два числа a и b – взаимно просты, если их НОД равен единице: $\text{НОД}(a, b) = 1$. Числа, дающие при делении на m одинаковые остатки, называются сравнимыми по модулю m . Обозначение: $a \equiv b \pmod{m}$. Два целых числа сравнимы по модулю m тогда и только тогда, когда их разность делится на m ($a \equiv b \pmod{m} \Leftrightarrow a - b = mk$) [7].

Криптосистема Рабина – это криптосистема с открытым ключом, изобретенная Майклом Рабином. Он использует шифрование с асимметричным ключом для связи между двумя сторонами и шифрования сообщения. Безопасность криптосистемы Рабина связана со сложностью факторизации. Его преимущество перед другими в том, что проблема, на которую он опирается, оказалась такой сложной, как целочисленная факторизация. Его недостатком также является то, что каждый выход функции Рабина может быть сгенерирован любым из четырех возможных входов. Если каждый вывод представляет собой зашифрованный текст, требуется дополнительная сложность при расшифровке, чтобы определить, какой из четырех возможных входов был истинным открытым текстом.

Принцип исполнения шифрования Рабина: генерируются два очень больших простых числа, p и q , которые удовлетворяют условию $p \neq q \rightarrow p \equiv q \equiv 3 \pmod{4}$. Например это числа $p = 139$ и $q = 191$. Рассчитываем значение $n = p \cdot q$. Публикуется n как открытый ключ и сохраняются p и q как закрытые ключи.

1. Шифрование.

После получения открытого ключа n сообщение преобразовывается в значение ASCII. Затем преобразуется в двоичное, расширяется двоичное значение на себя и изменяется двоичное значение обратно на десятичное m .

Зашифровывается сообщение по формуле $C = m^2 \pmod{n}$. Отправить C получателю.

2. Расшифровка.

Принимается C от отправителя. Задаются a и b с расширенным евклидовым НОД таким образом, что $ap + bq = 1$. Вычисляются r и s по следующим формулам: $r = C^{(p+1)/4} \pmod{p}$ и $s = C^{(q+1)/4} \pmod{q}$. Далее рассчитываются X и Y по следующим формулам: $X = (apr + bqs) \pmod{p}$, $Y = (apq - bqs) \pmod{q}$. Получаем четыре корня: $m_1 = X$, $m_2 = -X$, $m_3 = Y$, $m_4 = -Y$. Преобразовываем их в двоичную форму и разделим все пополам. Определяем, в какой – левой и правой половине одинаковые. Сохраняем половину этого двоичного файла и преобразовываем его в десятичное число m . Получим символ ASCII для десятичного значения m . Полученный символ дает правильное сообщение, отправленное отправителем. Удостоверение данного символа осуществляется с помощью электронно-цифровой подписи (ЭЦП). По назначению цифровая подпись аналогична обычной рукописной подписи и обладает ее основными достоинствами:

- удостоверяет, что подписанный текст исходит от лица, поставившего подпись;
- не дает самому этому лицу возможности отказаться от обязательств, связанных с подписанным текстом;
- гарантирует целостность подписанного текста [5, с. 116].

Иными словами, с помощью электронно-цифровой подписи инициализируется передающий субъект или пользователь и обеспечивается небольшое количество дополнительной цифровой информации, передаваемой вместе с подписываемым текстом.

ЭЦП основана на обратимости асимметричных шифров, а также на взаимосвязанности содержимого сообщения, самой подписи и пары ключей. Изменение хотя бы одного из этих элементов сделает невозможным подтверждение подлинности цифровой подписи. ЭЦП реализуется при помощи асимметричных алгоритмов шифрования. Технология применения системы ЭЦП предполагает наличие сети абонентов, посылающих друг другу подписанные электронные документы. Для каждого абонента генерируется пара ключей: секретный и открытый. Секретный ключ хранится абонентом в тайне и используется им для формирования ЭЦП. Открытый ключ известен всем другим пользователям и предназначен для проверки ЭЦП полученным подписанным электронным документом [4, с. 220].

В цифровой подписи по схеме Рабина отправитель выполняет над контрольной суммой такие действия, которые сделать может только он сам, зная, как раскладывается на сомножители p и q его открытый ключ n . Это действие – извлечение квадратного корня в

поле натуральных чисел $[0; n - 1]$ (по модулю n). При отправке абонент вычисляет квадратный корень из контрольной суммы, на принимающей стороне получателю остается только возвести ее в квадрат и проверить, совпало ли полученное значение с контрольной суммой подписанного ею документа. Проблема с этой, казалось бы, очень простой схемой в том, что не всякое число имеет квадратный корень в поле по модулю простого числа. Наличие квадратного корня высоковероятно, но не обязательно. Для решения этой задачи существует два способа. Согласно первому, в подписываемом значении резервируют несколько бит и перебирают все возможные их комбинации, добываясь наличия квадратного корня у сгенерированного таким образом числа. По теории вероятностей из четырех попыток хотя бы одно из числа будет иметь квадратный корень с очень большой вероятностью. На приемной стороне добавленные биты игнорируются [6].

При разработке шифра самое главное – предусматривать оценку его стойкости к различным типам криптонападений, чтобы избежать непредсказуемый обвал нового алгоритма. Оценка стойкости шифра должен давать как сам разработчик, так и криптоаналитик. Так как вычислительная техника стремительно развивается и в математике все больше находят решение разнообразных задач, стойкость криптоалгоритма может только уменьшаться [2].

Выводы

Изучив материал, изложенный в работе, были выполнены все поставленные задачи. Был сделан обзор основных криптосистем, основанных на использовании открытого ключа, и приведены методы криптоанализа, основанные на сложности задач дискретного логарифмирования и факторизации, что говорит о выполнении поставленных задач. Лучший эффект достигается при комбинации обоих видов шифрования. Происходит это так:

- посредством асимметричного алгоритма серверу отсылается сессионный ключ для симметричного шифрования;
- происходит обмен информацией по симметричному алгоритму.

В симметричном шифровании пароли генерируются по специальным правилам с учетом цифр, букв, регистра и других, создаются ком-

бинации повышенной сложности. В асимметричном пароли не так безопасны, однако их секретность обеспечивается тем, что их знает только сервер. Вне зависимости от выбранного вида шифрования ни один из них не является гарантом стопроцентной безопасности. Любой подход нужно комбинировать с другими средствами информационной защиты.

Список литературы

1. Алферов, А. П. Основы криптографии : учебное пособие / А. П. Алферов, А. Ю. Зубов [и др.]. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва : Гелиос АРВ, 2002. – 480 с.
2. Девянин, П. О. Теоретические основы компьютерной безопасности : учебное пособие для вузов / П. О. Девянин, О. О. Михальский, Д. И. Правиков, А. Ю. Щербаков [и др.]. – Москва : Радио и связь, 2000. – 192 с.
3. Зенкин, О. С. Стандарт криптографической защиты – AES. Конечные поля / О. С. Зенкин, М. А. Иванов ; под редакцией М. А. Иванова. – Москва : Кудиц-образ, 2002. – 176 с.
4. Иванов, М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях / М. А. Иванов. – Москва : Кудиц-образ, 2001. – 368 с.
5. Масленников, М. Е. Практическая криптография. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. – 464 с.
6. Молдовян, А. А. Криптография. – Серия «Учебники для вузов. Специальная литература» / Н. А. Молдовян, Б. Я. Советов. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2000. – 224 с.
7. Нечаев, В. И. Элементы криптографии (основы теории защиты информации) : учебное пособие для университетов и педагогических вузов / В. И. Нечаев ; под редакцией В. А. Садовниченко. – Москва : Высшая школа, 1999. – 109 с.
8. Петраков, А. В. Основы практической защиты информации / А. В. Петраков. – Москва : Радио и связь, 1999. – 158 с.
9. Ростовцев, А. Г. Введение в криптографию с открытым ключом / А. Г. Ростовцев, Е. Б. Маховенко. – Санкт-Петербург : Мир и семья, 2001. – 336 с.
10. Ростовцев, А. Г. Алгебраические основы криптографии / А. Г. Ростовцев. – Санкт-Петербург : НПО «Мир и семья» ; ООО «Интерлайн», 2000. – 354 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 49–56.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 49–56.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 37.016:53

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

Марина Александровна Смирнова¹, Анастасия Андреевна Радченко²

¹ Кандидат педагогических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, ms509@mail.ru

² Студентка 5-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, pomytkina.01@mail.ru

Аннотация. Адаптация общепедагогических подходов к формированию компетенций учащихся в естественных науках через внедрение исследовательского компонента представляет собой процесс, сочетающий в себе элементы диагностики знаний и умений, составления методического материала и адаптации их к индивидуальным особенностям обучающихся.

Ключевые слова: компетентностный подход, исследовательские компетенции, мотивация к исследовательской деятельности

Для цитирования: Смирнова М. А., Радченко А. А. Формирование исследовательской компетентности у обучающихся при изучении школьного курса физики // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 49–56.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCE AMONG STUDENTS WHEN THEY STUDY A SCHOOL PHYSICS COURSE

Marina A. Smirnova¹, Anastasiya A. Radchenko²

¹ Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, ms509@mail.ru

² 3d year student in the field of training "Pedagogical education", training profile "Mathematics and Physics", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, pomytkina.01@mail.ru

Abstract. The adaptation of general pedagogical approaches to the formation of students' competencies in the natural sciences through the introduction of a research component is a process that includes elements of knowledge and skills diagnostics, compilation of methodological material and their adaptation to the individual characteristics of students.

Key words: cryptography, encryption, decryption, asymmetric system, symmetric system

For citation: Smirnova M. A., Radchenko A. A. Formation of research competence among students when they study a school physics course // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 49–56.

Введение

Общепедагогические основы внедрения компетентного подхода в образовательный процесс рассматривают в своих трудах А. Аронов, П. Атаманчук, Н. Бибики, И. Зимняя, А. Хуторской и др. Все исследователи сущности понятия «компетентность» обращают внимание на его многосторонний, разноплановый и системный характер [4].

Анализ научно-методической литературы свидетельствует, что важное значение в приобретении учащимися ключевых компетентностей имеет исследовательская деятельность, в процессе которой они не только усваивают новые знания, но и овладевают методами и способами их получения, а также приобретающие способности применять знания для решения индивидуально и социально значимых проблем.

В теории и методике обучения физике проблемы формирования исследовательской компетентности учащихся получили развитие по следующим направлениям: привлечение учащихся к учебно-познавательной деятельности, в частности исследовательской, и условия эффективного управления такой деятельностью (П. Атаманчук, Е. Коршак, Н. Полихун и др.) [2]; развитие у учащихся мотивов учебно-познавательной деятельности (О. Буйницкая, Л. Минич, Н. Сосницкая и др.); ознакомление учащихся с методами научного познания (М. Мартынюк, В. Разумовский, В. Сергиенко и др.); развитие у учащихся общеучебных умений (Н. Бабаева, А. Усова и др.); взаимосвязь обучения физике с практикой (И. Богданов, А. Бугаев и др.); реализация задачного подхода к обучению физике (Б. Беликов, Н. Тулькибаева и др.) [3].

Анализ научных работ по исследуемой проблеме, нормативных документов и других материалов позволяет утверждать, что из обозначенной проблемы в теории и методике обучения физике сложилась ситуация, характеризующаяся рядом противоречий между:

- социально-информационными требованиями к качествам человека новой формации и реальным уровнем подготовки специалистов;

- потребностью в компетентных личностях, способных практически действовать, применять собственный опыт в различных жизненных ситуациях, и недостаточной готовностью школы к формированию таких качеств у учащихся;

- осознанной потребностью учащихся решать практические проблемы средствами физики и недостаточным уровнем развития у них этой способности;

- объективно обусловленной потребностью развития исследовательской компетентности учащихся в процессе изучения фи-

зики и недостаточной научно-теоретической разработанностью этой проблемы в области теории и методики обучения;

- потребностью педагогической практики в организации процесса развития исследовательской компетентности учащихся в обучении физике и недостаточной разработанностью методического обеспечения этого процесса;

- необходимостью использования новых подходов к организации образовательного процесса и его реальным учебно-методическим обеспечением;

- ростом содержательного объема курса физики в заведениях общего среднего образования и ограниченными объемами учебного времени, отведенного на его проработку.

Анализ вышеописанных противоречий позволил обозначить проблему формирования исследовательской компетентности учащихся в обучении физике и отметить необходимость ее решения, что обусловило выбор темы исследования – «Формирование исследовательских компетенций у обучающихся при изучении школьного курса физики».

Очевидно, что в современных условиях дальнейшее развитие содержания школьного физического образования невозможно без учета теоретических и методических основ развития исследовательской компетентности учащихся в процессе обучения физике. Существует настоятельная потребность в систематизации, анализе и обобщении явлений и процессов, связанных с вовлечением учащихся в исследовательскую деятельность по физике, в определении возможностей применения опыта отечественного физического образования в современной школе на основе научного прогнозирования.

Объект исследования – образовательный процесс по физике в учреждениях общего среднего образования.

Предмет исследования – развитие исследовательской компетентности на уроках физики.

Цель исследования заключается в разработке методов работы по развитию исследовательской компетентности учащихся по физике.

Согласно цели исследования, определены *основные задачи*:

- 1) рассмотреть понятие и структуру исследовательских компетенций;

- 2) изучить особенности формирования исследовательских компетенций у обучающихся в отечественной и международной практике при изучении школьного курса физики;

- 3) определить виды внеклассной и учеб-

ной работы на уроках физики, оказывающих влияние на формирование исследовательских компетенций у обучающихся;

4) разработать методические условия формирования исследовательских компетенций у обучающихся при изучении школьного курса физики и проанализировать их эффективность.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что изучены методы работы на уроках физики, направленные на эффективное усвоение знаний обучающихся средней школы.

Практическая значимость исследования состоит в том, что подготовленные дидактические разработки могут быть использованы в широкой практике для подготовки к урокам физики, факультативам, кружковой деятельности.

Методы и материалы исследования

При проведении исследования использовались методы:

- описания;
- наблюдения;
- педагогического эксперимента;
- интерпретации и обобщения результатов исследования.

Исследование проводилось по данным учебных и научных изданий и публикаций по педагогической инноватике.

Результаты исследования

Главной задачей современного образования является формирование новых поколений, обладающих знаниями и умениями, которые отвечают требованиям современного общества, разделяющих традиционные нравственные ценности. Основным решением данной задачи является воспитание детей.

Рассмотрим, как в науке трактуют понятия «компетентность», «исследовательская компетентность». Поскольку в пределах компетентностного подхода результаты образования описывают язык компетентностей, то формирование исследовательской компетентности можно считать одним из основных результатов образования.

Современная педагогика употребляет разные трактовки вышеупомянутых понятий. Как показывают результаты многочисленных научных исследований, существует значительное количество определений понятия «компетентность», но, обобщив идеи, высказанные в вышеперечисленных исследованиях, мы пришли к пониманию понятия «компетентность» как интегрального качества обучающегося, являющегося результатом их стремления или готовности к выполнению успешной исследовательской деятельности с использованием приобре-

тенных знаний, умений, навыков, опыта [1].

Таким образом, исследовательская компетентность обучающихся рассматривается в работе как целостное личностное образование, отражающее готовность к решению задач, требующих физического обоснования, а также способность к использованию физических знаний и умений в процессе учебной деятельности, владение методологией и методами учебного исследования.

Проявлением когнитивного компонента исследовательской компетентности обучающихся целесообразно считать: способность самостоятельно проводить научный поиск, систематизировать, анализировать необходимую информацию; владение методологическим аппаратом исследования; способность использования на практике принципов научной деятельности, знаний в области математики и информатики для решения конкретных исследовательских задач по физике; характер научного творчества, готовность и стремление обучающегося получать, искать, перерабатывать информацию и научно обоснованно ее использовать.

Мотивационный компонент исследовательской компетентности включает мотивы, цели, потребность в исследовательской деятельности, самосовершенствовании, саморазвитии.

Мотивационно-стимулирующим компонентом исследовательской компетентности обучающихся следует считать: мотивационную направленность личности к учебной и исследовательской деятельности; способность личности к сотрудничеству.

Проявлением операционного компонента научно-исследовательской компетентности обучающихся следует считать: способность к формулированию проблемы исследования и доведению ее до задания; способность к разделению задачи на подзадачи (декомпозиция задач); исследовательские умения организации и проведения исследования; умение использовать оборудование для исследования.

Проявление этого компонента мы видим в ряде умений и способностей обучающихся: способности к обработке и анализу полученных результатов исследования, делать необходимые выводы; в умении обосновывать и презентовать результаты исследования; умение вести научную дискуссию.

Совокупность всех компонентов образует интегрированную модель исследовательской компетентности обучающихся, которую можно формировать во время урочной или внеурочной деятельности по физике.

Основой каждого научного исследования является методология, составляющая совокупность познавательных средств, методов, приемов, а также их определенная последо-

вательность, принятая при разработке научного исследования. В конечном итоге методология – это план-схема выполнения поставленной опытной задачи. Различают две категории научных исследований – фундаментальные и прикладные.

Конечный результат опытной работы в значительной степени зависит от умения выбирать наиболее результативные методы исследования, поскольку именно они позволяют достичь поставленной в работе цели. Такими методами являются:

- наблюдение – активный познавательный процесс, опирающийся на работу органов чувств человека и его предметную материальную деятельность. Это метод, являющийся, как правило, одним из элементов в составе других эмпирических методов. Наблюдения должны приводить к результатам, не зависящим от воли, чувств или желаний субъектов. Для того чтобы стать основой дальнейших теоретических и практических действий, эти наблюдения должны содержать информацию об объективных свойствах и отношениях реальных предметов и явлений;

- измерение – процесс определения на основе определенной процедуры количественного значения некоторой величины посредством единицы измерения. Ценность измерения состоит в том, что она дает точные, количественно определенные сведения об окружающей действительности;

- эксперимент – воспроизведение и изучение природных явлений, процессов, тел и другого в искусственно созданных лабораторных условиях с целью их исследования без влияния усложняющих сопроводительных обстоятельств и факторов.

Экспериментальное изучение объектов имеет существенные преимущества по сравнению с наблюдением, а именно:

- 1) отдельное явление можно изучать в чистом виде, то есть без влияния второстепенных факторов;

- 2) свойства объектов можно изучать в искусственно созданных (лабораторных) условиях;

- 3) есть возможность повторять процесс протекания явления в целях детального изучения.

Организуя исследовательскую деятельность учащихся в процессе обучения физике, следует придерживаться следующих принципов:

- исследовательская деятельность не должна быть принудительной;

- структура опытной деятельности учащихся должна быть приближенной к структуре научно-исследовательской деятельности;

- содержание исследования обязательно должно соответствовать поставленным целям;

- к исследовательской деятельности учащиеся должны привлекаться систематически;

- исследовательская деятельность должна иметь двусторонний характер – наличие тесного взаимодействия учителя и учащихся на всех этапах исследовательской деятельности, начиная с определения ее цели и завершая оценкой достигнутых результатов и формулировкой выводов. При этом необходимо соблюдать разумное сочетание количества информации, предоставляемой учителем, с тем количеством информации, которую учащийся получает самостоятельно и которая является основой интеллектуального роста личности.

Продумывая тематику и содержание исследовательской деятельности учащихся по физике, необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) исследовательский проект (исследовательская задача) должен основываться в значительной степени на уже известных учащимся знаниях и умениях;

- 2) исследовательский проект должен содержать противоречия между известным и поисковым – проблему исследования;

- 3) исследовательский проект должен вызывать интерес к поиску путей решения проблемы.

Постановка опытной задачи (формулирование проблемы исследования). Этот этап начинается с выбора проблемы исследования. Она, прежде всего, должна быть интересна ученику, увлекать его, соответствовать его склонностям.

Для правильной постановки проблемы исследования желательно соблюдать следующие правила:

- определить известные и неизвестные факты по проблеме исследования;

- свести исследовательскую задачу к одному четкому вопросу;

- сформулировать исследовательскую задачу, корректно используя физические понятия и термины.

Постановка научного аппарата исследования. На этом этапе учителем и учеником формулируется научный аппарат исследования.

На *этапе выдвижения гипотезы* ученик формулирует предположение о наиболее вероятных причинах наблюдаемых фактов, а также делает предсказание о наиболее вероятном течении и результатах исследования. Цель исследования следует из темы работы и принятой гипотезы и направляет исследование на получение новых знаний о предмете исследования. Формулировка учеником цели исследования осуществляется на основе четкого прогнозирования результатов, объекта исследования и путей достижения целей (заданий).

В выборе объекта и предмета исследования ученик может идти двумя путями. Первый

предусматривает формулировку проблемы, по которой юный исследователь переходит к теме, цели, объекту, предмету, исследованию, постепенно сужая и конкретизируя рассматриваемые вопросы. Второй путь предполагает переход от предмета к объекту и теме исследования. При этом учащийся осознает, что именно нужно получить в процессе исследования и какими должны быть ожидаемые результаты.

Планирование путей достижения цели исследования является важным этапом исследовательской деятельности учащихся, являющимся ее операционной составляющей. Учащийся должен учиться определять последовательность действий, направленных на проверку гипотезы исследования и, соответственно, нахождение путей достижения цели.

Реализация разработанного плана. Это этап поиска и консультаций. Важная роль этого этапа заключается в развитии логического мышления, умений интеллектуально-го проникновения в сущность исследуемого явления, в пробуждении интереса к науке, в привлечении к поисковой работе. На этом этапе реализуются экспериментальные навыки, формируется культура экспериментирования.

Учащиеся собирают и систематизируют научные данные по теме исследования, изучают различные источники информации: справочники, энциклопедии, научные и научно-популярные журналы, учебники, интернет-ресурсы.

Анализ и оценка результатов, построение обобщений. На этом этапе учащиеся проводят количественный и качественный анализ полученных данных, делают выводы о подтверждении гипотезы исследования, выполнении задач и достижении цели деятельности. Важно на этом этапе оценить факторы работы, приведшие к грубым ошибкам.

Завершающим шагом выполнения опытной деятельности учащимися является построение обобщений (содержательных обобщений), когда выявляются и прослеживаются реальные взаимосвязи общего с единичным (открывается некоторая закономерность, лежащая в основе взаимосвязи единичных явлений).

Однако в процессе собственной практики внедрения опытных проектов по физике в классах лицея естественно-математического направления дифференциации стало возможным очертить ряд проблем, а именно:

1) попытки учащихся (группы учащихся), вовлеченных в исследовательскую деятельность, найти абсолютный аналог планируемой работы в сети Интернет;

2) попытки учащихся экспериментальную часть исследования заменить демонстрацией видео с YouTube с точным или же

максимально похожим видео эксперимента;

3) неумение работать с печатными источниками информации;

4) отсутствие умений работать с библиотечными каталогами, а иногда даже опасения учащихся идти в библиотеку;

5) низкий уровень, а иногда и полное отсутствие практических умений владения рабочим инструментом (ножницы, молоток, зубило, плоско- и круглогубцы и т. д.);

6) потеря интереса к исследуемой проблеме в процессе выполнения долгосрочного проекта и т. д.

Исследовательские задачи побуждают к установлению причинных связей, они формируют системное мышление, развивают наблюдательность и креативность.

Решение исследовательских задач приводит к активизации познавательной деятельности в процессе уяснения закономерностей протекания физических процессов. При решении такого вида задач наилучшие результаты достигаются при коллективном сотрудничестве с использованием интерактивной технологии мозгового штурма.

Вся работа учащихся при решении экспериментальных задач подчинена достижению сознательного и основательного усвоения учащимися систематического курса физики с тем, чтобы полученные знания смогли применить к решению тех проблем, которые перед ними поставит жизнь.

Фронтальные лабораторные работы – это такой вид практических работ, когда все ученики класса одновременно выполняют однотипный эксперимент, используя одинаковое оборудование.

Физический практикум проводится с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний по различным темам курса физики; развития и совершенствования у учащихся экспериментальных умений путем использования более сложного оборудования и эксперимента; формирования у них самостоятельности во время решения задач, связанных с экспериментом.

Домашние лабораторные работы могут быть классифицированы и в зависимости от используемого в процессе их исполнения оборудования:

– работы, в которых используются бытовые предметы и подручные материалы (мерный стакан, рулетка, бытовые весы и т. п.);

– работы, в которых используются самодельные приборы (рычажные весы, электроскоп и т. п.);

– работы, которые выполняются с приборами, выпущенными промышленно.

Работа с кейсом (case study). Применение тематических занятий в преподавании физики можно рассматривать как возможность переноса практической задачи из жизни в классные

или внеклассные занятия учащихся. Кейсы помогают развивать навыки учащихся в решении практических задач, критического мышления, анализа информации. Используются разные медиаресурсы для создания кейсов.

Исследование художественных фильмов. Современные школьники в основном «визуалы», это означает, что наличие видео в информационном сообщении привлекает гораздо большее количество пользователей. Большинство подростков реагируют, прежде всего, на новости, сопровождающиеся красивой картинкой или видео. Каждый видеотекст, будь то фильм или видеоролик, несет в себе определенное сообщение, относиться к которому нужно критически.

Исследование коротких видеороликов. Учащиеся часто задают вопросы об экспериментах, увиденных в интернете, и просят их провести и объяснить на занятиях. Среди них на первом месте стоят лайфхаки, увиденные на YouTube.

Можно организовать работу так, чтобы дети могли найти, проанализировать и использовать ранее полученную информацию на занятиях для интерпретации эксперимента и обоснования результатов.

Использование компьютерных игр в преподавании школьных предметов обычно происходит в двух направлениях: выбираются компьютерные игры, разработанные специально для изучения определенного предмета, и произвольно выбираются компьютерные игры (игровые сцены). Во втором случае учащиеся могут выбирать сцены из любимых игр и подробно анализировать их с позиций предмета.

Работа с инфографикой. Сегодня учителям нужно решить практическую проблему – как изменить технологию представления учебного материала, чтобы современным ученикам было комфортно, не нарушая при этом ведущих дидактических принципов. Один из таких инструментов – инфографика, которая больше соответствует нашему цифровому миру и облегчает запоминание детьми-визуалами необходимой информации.

Первый этап: демонстрируем инфографику и предлагаем учащимся выделить тезис, цель, проблему, отражаемую инфографикой.

Второй этап: распределяем роли между учащимися (например, потребитель услуг, производитель услуг, эксперт-эколог и т. п.). Роли могут изменяться в зависимости от визуальной информации, предлагаемой для анализа. Затем просим проанализировать инфографику с позиции их ролей и озвучить основные тезисы в защиту своей позиции.

Третий этап: предложить учащимся создать собственную инфографику в защиту своей позиции.

При организации подготовки учителя к организации учебно-исследовательской дея-

тельности учащихся следует учитывать, что учитель физики должен уметь обеспечивать:

- вариативность и личностную ориентацию образовательного процесса (проектирование индивидуальных образовательных траекторий);

- практическую ориентацию образовательного процесса с введением интерактивных, деятельностных компонентов (освоение проектно-исследовательских и коммуникативных методов);

- завершение профильного самоопределения старшеклассников и формирование способностей и компетентностей, необходимых для продолжения образования в сфере профессионального образования;

- максимальную индивидуализацию обучения, усиление творческого, самостоятельного начала в деятельности учащихся, к развитию их исследовательской и проектной деятельности, организации социальных практик, сопровождению индивидуальных образовательных программ как обязательных компонентов учебного процесса;

- организацию продуктивного взаимодействия со всеми субъектами образовательного процесса на основе кооперации, равноправного сотрудничества и сотворчества;

- проектирование образовательной среды, существенно расширяющее образовательное пространство за счет включения разнообразных образовательных ресурсов;

- осуществление профессионального самообразования как источника личностного и профессионального роста на основе удовлетворения своих потребностей, интересов, ценностных установок, жизненных ценностей и планов.

В практической части исследования нами предложены виды работ, направленные на формирование исследовательской компетенции обучающихся: решение исследовательских и экспериментальных задач, физический эксперимент и физический практикум, лабораторные работы, выполняемые на уроках и в качестве домашнего задания.

В исследовании приняли участие 45 обучающихся школы, в том числе 10 «А» класс – 25 человек (экспериментальный класс) и 10 «Б» класс (контрольный класс) – 20 человек.

На первом этапе проводился констатирующий эксперимент с целью выявления уровня исследовательской компетентности респондентов.

На втором этапе после получения результатов и их обработки началась апробация методических материалов по развитию исследовательской компетентности учащихся в процессе обучения физике.

На третьем этапе был выполнен повторный контроль сформированности исследовательской компетентности.

Таблица 1

Показатели формирования исследовательской компетентности обучающихся на этапе констатирующего эксперимента

Критерии исследовательской компетентности	Уровни исследовательской компетентности (в %) экспериментальной и контрольной групп					
	высокий		средний		низкий	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Когнитивный	12	10	40	40	48	50
Мотивационный	12	15	44	45	44	40
Операционный	8	10	36	35	58	55
Результативно-оценочный	8	15	32	40	62	50
Всего:	10	12,5	38	40	52	48,5

На констатирующем этапе оценка сформированности исследовательской компетентности осуществлялась во время наблюдения за работой обучающихся в период решения экспериментальной задачи.

Задача № 1. В лабораторном журнале М. Ломоносова приведены следующие данные о результатах измерения путей, которые преодолевает падающее тело: «Тела, падая, проходят в первую секунду 15,5 рейнских футов, за вторую – 62, за третью – 139,5, за четвертую – 248, за пятую – 387,5 футов». С помощью приведенных М. Ломоносовым данных установите:

а) соотношение между путями, проходящими тело за равные промежутки времени;

б) величину ускорения силы тяжести, если 1 рейнский фут = 31,39 см.

Оборудование: шарик, секундомер, измерительная лента, фото (видео) камера.

Каждый компонент исследовательской компетенции (когнитивный, мотивационный, операционный, результативно-оценочный) оценивался по предложенным критериям от одного до пяти баллов, затем по каждому критерию определялось среднее количество баллов, которое соответствовало уровням:

– низкий – 50–70 % от возможного количества баллов;

– средний – 70–90 % от возможного количества баллов;

– высокий – 90–100 % от возможного количества баллов.

В таблице 1 приведены показатели формирования исследовательской компетентности обучающихся на этапе констатирующего эксперимента.

По данным сводной таблицы видно, что

показатели исследовательской компетентности обучающихся представлены преимущественно низким и средним уровнями, соответственно около 50 и около 40 %. Высокий уровень по показателям указанных критериев находится в пределах 10 %.

Выводы

Результаты констатирующего эксперимента выявили наличие серьезных проблем с формированием исследовательских компетенций у учащихся. Поэтому следующим этапом является проработка методических материалов по схеме индивидуализированного обучения, направленных на развитие компетенций с целью последующей апробации.

Список литературы

1. Клеблеев, Ш. А. Проблемы формирования компетенций / Ш. А. Клеблеев // Мир науки, культуры, образования. – 2018. – С. 226–227.

2. Оспенников, А. А. Виды задач по физике и их разнообразие в традиционных и цифровых учебных пособиях по предмету / А. А. Оспенников, Н. А. Оспенников // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. – Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2010. – С. 79–89.

3. Хуторской, А. В. Методология инновационной практики в образовании : монография / А. В. Хуторской. – Москва, 2021. – 162 с. (Серия «Инновации в обучении»).

4. Кошенко, Т. О. Системно-деятельностный подход к формированию проектно-исследовательских умений учащихся на основе технологии проектно-модульного обучения

(статья) / Т. О. Кошенко, М. А. Смирнова // Известия Балтийской государственной академии. – Калининград : Издательство БГА РФ, 2014. – 1 (27). – С. 83–86.

5. Смирнова, М. А. К вопросу цифровизации российского образования / М. А. Смирнова // Образование и наука в России и за рубежом. – 2019. – № 16 (64). – С. 33–35.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 57–60.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 57–60.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 51

ИСТОРИЯ СИСТЕМ КООРДИНАТ

Галина Михайловна Чуванова¹, Анастасия Владимировна Федотова²

¹ Старший преподаватель, доцент кафедры математики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kaf_math@sakhgu.ru

² Студентка 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль подготовки «Математика и физика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Nastya.Motoro@mail.ru

Аннотация. В статье представлена эволюция применения прямоугольной системы координат в аналитической математике через призму вкладов ученых Древней Греции и Нового времени.

Ключевые слова: декартова система координат, теорема Ферма, пересечение плоскостей, геометрическое тело

Для цитирования: Чуванова Г. М., Федотова А. В. История систем координат // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 57–60.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

HISTORY OF COORDINATE SYSTEMS

Galina M. Chuvanova¹, Anastasiya V. Fedotova²

¹ Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kaf_math@sakhgu.ru

² Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Nastya.Motoro@mail.ru

Abstract. The article presents the evolution of the use of a rectangular coordinate system in analytical mathematics through the prism of the contributions of scientists of Ancient Greece and modern times.

Key words: Cartesian coordinate system, Fermat's theorem, intersection of planes, geometric body

For citation: Chuvanova G. M., Fedotova A. V. History of coordinate systems // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 57–60.

Введение

Каждый человек сталкивался в своей жизни с необходимостью объяснить свое место нахождения в пространстве. И чаще всего выбиралась отправная или исходная точка, от которой велся отсчет до местонахождения

субъекта с указанием расстояния или координат. Таким образом, человеком, передающим данную информацию, формировалась целостная информация, состоящая из определенных частей, то есть система информации, в том числе и цифровой, о местораспо-

ложении. Символы, числа, определяющие положение точки, называются координатами точки.

Координаты определяют характеристики местонахождения нашего объекта. Но точно так же, как вам нужно выучить язык, прежде чем вы сможете понимать людей, которые на нем говорят, вам нужно знать и понимать две вещи, назовем их параметрами, чтобы понять положение объекта. Поэтому целью данной работы стало изучение формирования человеческих знаний о системе координат и ее эволюции.

Методы и материалы исследования

При проведении исследования использовались методы:

- исторического анализа;
- обобщения результатов исследования, выявления общих закономерностей развития понятия функция.

Исследование проводилось по данным сетевых, научно-популярных изданий.

Результаты исследования

История системы координат восходит к Древней Греции, когда греческий астроном Гиппарх предложил опоясать Землю меридианами и параллелями, ввести числовые значения долготы и широты для характеристики местонахождения любого субъекта. Это напрямую было связано с развитием мореплавания, составлением календаря, звездных и географических карт. Следы применения идеи прямоугольных координат в виде квадратной сетки (палетки) археологи нашли на стене одной из погребальных камер Древнего Египта, что указывает на то, что Гиппарх не был одинок в своем предложении. Уже в нашу эру французский математик Никола Орсеи (XIV в.) решил переложить значения широты и долготы на прямоугольную сетку и назвать их соответственно абсциссой и ординатой. Термин «абсцисса» происходит от латинского слова "absissus", то есть отсечаемый (отрезок на координатной оси OX), термин «ордината» – от латинского слова "ordinatus", то есть упорядоченный (отрезок на оси OY). Термин "ordinatus" применялся еще великим древнегреческим математиком Аполонием. Но системно эти термины стали использоваться в 70–80-х гг. XVII века благодаря Г. В. Лейбницу [1].

Как определять местоположение объекта с помощью данных абсцисс и ординат, определяет метод координат. Начало современному представлению метода координат в двухосевой (прямоугольной) системе принадлежит французскому математику Рене Декарту. Рене Декарт (31 марта 1596–11 февраля 1650) – французский философ, математик и естествоиспытатель. Он был одним из основопо-

ложников философии Нового времени и аналитической геометрии, одной из ключевых фигур научной революции [6].

Согласно легенде, Рене Декарту надоела путаница в распределении мест публики в парижских театрах, которая приводила к перебранкам, вызовам на дуэли, портила перед театральным зрелищем людям настроение. Он создал систему нумерации мест в зрительном зале, состоящую из двух цифр: номера ряда и порядкового номера места от края ряда. Предложенная им система нумерации полностью сняла все поводы для раздоров и произвела настоящий фурор в парижском высшем обществе.

Научное описание прямоугольной системы координат Рене Декарт впервые сделал в своей работе «Рассуждение о методе» в 1637 году. Отсюда и название прямоугольной системы координат – декартова система координат.

Декартова система координат представляла две пересекающиеся прямые на плоскости, расположенные под углом в 90° по отношению друг к другу. Идеальный материальный образ оси координат представляет собой район крупного американского города или маленький американский город. Например, в Манхэттене проспекты идут перпендикулярно улицам с севера на юг, а улицы – с востока на запад. Точка пересечения проспекта и улицы – это начало координат. Соответственно, план квартала может быть описан путем последовательного отсчета от начала координат домов, парков и остановок и с помощью пар чисел. Если предположить, что субъект движется по плоскости (кварталу), то каждая точка траектории будет иметь свои координаты (x, y) . Если перемещение происходит с определенной скоростью в пространстве и во времени, то расчет ее координат может происходить с помощью уравнения кривой (рис. 1).

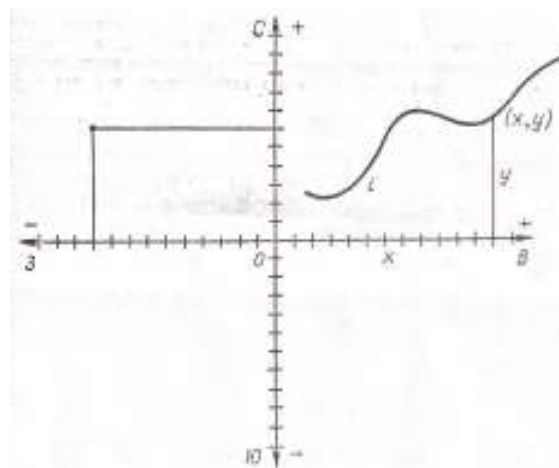


Рис. 1. Уравнение кривой в декартовой системе координат

Следует заметить, однако, что изначально декартова система координат еще в значительной мере не была похожа на современную: она представляла собой прямую с обозначенной точкой отсчета. В отношении к этой прямой он предлагал определить положение некой прямой с помощью параллельных отрезков, перпендикулярных к оси координат. Каждый отрезок имел определенную длину и точку на оси координат. Иными словами, Декарт не использовал вторую координатную ось, не рассматривал отрицательные значения на главной оси абсцисс. Ординаты кривой, изображаемой уравнением от x и y , которые расположены по одну сторону от исходной прямой, принимались как «истинные», по другую – как «ложные» корни этого уравнения. Это был важный шаг в развитии аналитической геометрии.

Такой подход сохранялся и у учеников и последователей Декарта. Лишь в XVII в. сформировалось современное представление координатной системы.

Пьер Ферма (1601–1665), французский математик-самоучка, продолжил развитие декартовой системы координат и расширил методологию применения системы координат. Он известен формулировкой великой теоремы Ферма, «самой знаменитой математической загадки всех времен» [9].

Ферма установил принцип исследования геометрических мест, то есть множества точек, каждая из которых имеет свои свойства. Он изначально провозгласил, что описание любого геометрического места возможно через уравнение поведения точек геометрического места между двумя неизвестными, каждая из которых является концом одной из переменных, то есть отрезка. На рисунке 2 прямая NZ (ось абсцисс), точка имеет координату, обозначаемую буквой A (координата x), точка геометрического тела, соответствующая координате A , получает начальное значение. От нее, двигаясь к точке Z , строится прямой угол NZI и откладывается отрезок ZI (ордината), равный второй неизвестной с координатой E . Таким образом, были определены две неизвестные геометрического тела: A и E .

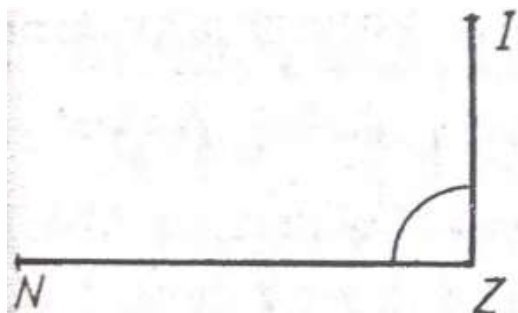


Рис. 2. Геометрическое тело Ферма

Используя теорему подобия треугольников, им было доказано, что прямая, соединяющие параметры неизвестных геометрического тела, может быть рассчитана через тождество:

$$ax = by \quad (1)$$

Она проходит через начало N . Идея измерения абсцисс на некоторой фиксированной прямой NZ и определения точек любой прямой посредством их расстояний от некоторой фиксированной точки нам кажется теперь тривиальной. Однако никто раньше Ферма и Декарта до этого не додумался.

Одним из недостатков труда Ферма была ограниченность его системы координат. Во-первых, фиксированной считалось только ось абсцисс NZ . Ось ординат только подразумевается. Во-вторых, значения координат могут быть только положительными. Иными словами, система координат была представлена им одним квадрантом.

Нам сейчас вполне нормальной кажется мысль о представлении линии и поверхности и в пространстве с использованием трех неопределенных величин x , y , z подобно тому, как кривые на плоскости выражаются двумя такими координатами x , y . Однако эта мысль совершенно отсутствовала у Декарта, и лишь намеки на нее встречались у Ферма. В то время, как Ферма пытался исследовать форму некоторых тел с помощью их плоских сечений, Декарт в конце второй своей книги «Геометрии» указал, как можно было бы аналитически изучать пространственные кривые. Он представлял себе, что такая кривая проектируется на две взаимно перпендикулярные плоскости, а обе проекции относятся затем к оси, являющейся линией пересечения этих плоскостей. Свои беглые замечания Декарт не подкрепил ни одним примером. Грегуар де Сен-Венсан (1584–1667), известный бельгийский математик, иезуит, не раз применял эту мысль, правда, к геометрической форме, для определения линии пересечения двух цилиндров («Геометрический труд» составлен в 1625, опубликован в 1647 г.) [7]. Грегуар де Сен-Венсан стал основоположником полярной геометрии, в которой точка на плоскости определяется двумя числами – полярным углом и полярным радиусом и отношения между точками можно определить с помощью тригонометрических уравнений.

История развития декартовой системы координат по направлению описания точек геометрического тела с помощью трех перпендикулярных друг другу осей координат включала исследования ученых, которые не преследовали создание целостной комплексной методологии. Она складывалась из маленьких кирпичиков описательных и аналитических записок. Например, француз-

ский геометр Дезарг (XVI–XVII вв.) [8] позволил себе только описать способ численного определения точек в пространстве не с помощью двумерной системы координат, а с использованием трех перпендикулярных координат, преследуя цель популяризации декартовой системы координат. Но его идею трехмерного пространственного представления положения точки с помощью букв x , y , z подхватил и развил французский математик Де Лагир (XVII в.) в своем издании «Новое начало» [4]. Безусловно, оно оказало влияние на швейцарского математика Иоганна Бернулли, который установил дифференциальное уравнение геодезических линий, о котором он сообщил своему другу французскому математику, маркизу Гийом Франсуа Лопиталю 24 декабря 1697 г. И он в 1715 г. в своем письме к Лейбницу применил пространственные координаты x , y , z как перпендикуляры в трех взаимно перпендикулярных плоскостях для характеристики точки в трехмерном пространстве. Трехмерность координат точки нашла свое достойное место и у Эйлера, который дал в 1728 г. свое решение фиксации положения точки с применением пространственных координат t , x , y .

Выводы

В дальнейшем развитии систем координат стали: криволинейные координаты, впервые использовавшиеся Бернулли (1691), а год спустя Лейбницом; сферические координаты, которые использовались широко в астрономии, введенные Лагранжем (1773); цилиндрические координаты – Бальтцер (1882). Все эти системы координат напрямую связаны с декартовой системой координат и без прямоугольных координат возможно бы не имели тот вид, который имеют сейчас, или бы вовсе не существовали.

Декарт и Ферма являются основоположниками нового направления в математике, возникшего в XVII веке, – аналитической геометрии. Усилия последователей по популяризации ее на удивление открывали новые направления применения ее или расширяли методологию алгебраического анализа конических фигур, параболических дуг, разрывных форм и т. д. По мнению советского математика А. Д. Александрова, аналитическую геометрию следует рассматривать как новую часть математики, в основе которой была простая идея, продиктованная потребностями развития общественных отношений, но на которую никто не обращал до этого должного внимания. Рождение и разви-

тие части математики, где геометрические фигуры описываются с помощью алгебраических уравнений, стало началом поступательного движения дифференциальной, комбинаторной, вычислительной геометрии. Эти условия предъявили новые требования к естественным наукам, а это, в свою очередь, породило новый подход к научным исследованиям и разработке ряда новых методов, с помощью которых решались задачи, ранее не ставившиеся.

Список литературы

1. Анаксимандр // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Анаксимандр> (дата обращения: 11.06.2022).
2. Аполлоний Пергский // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аполлоний_Пергский (дата обращения: 11.06.2022).
3. Гиппарх // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гиппарх> (дата обращения: 11.06.2022).
4. Исторический обзор происхождения и развития геометрических методов / Де Лагир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikisource.org/wiki/Исторический_обзор_происхождения_и_развития_геометрических_методов/Де_Лагир (дата обращения: 11.06.2022).
5. Лейбниц, Готфрид Вильгельм // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лейбниц,_Готфрид_Вильгельм (дата обращения: 11.06.2022).
6. Прямоугольная система координат // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Прямоугольная_система_координат (дата обращения: 11.06.2022).
7. Сен-Венсан, Грегуар де // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сен-Венсан,_Грегуар_де (дата обращения: 11.06.2022).
8. Теорема Дезарга // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема_Дезарга (дата обращения: 11.06.2022).
9. Ферма, Пьер // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ферма,_Пьер (дата обращения: 11.06.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 61–64.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 61–64.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Научная статья
УДК 004.65

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОИСКА В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Геннадий Сергеевич Осипов¹, Дмитрий Евгеньевич Звягин²,
Татьяна Михайловна Алексеева³

¹ Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информатики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, gsosipov@mail.ru

² Студент 3-го курса направления подготовки «Прикладная математика и информатика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, dima.zvyagin.00@mail.ru

³ Студентка 3-го курса направления подготовки «Прикладная математика и информатика» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, locustdm@yandex.ru

Аннотация. Реляционные СУБД являются едва ли не самым распространенным видом программного обеспечения и имеют более чем тридцатилетнюю историю развития. Организация поиска и обработки информации в базах данных является центральной задачей в СУБД. Однако как работают алгоритмы поиска и какой из них самый быстрый – вопросы, которые требуют дополнительного рассмотрения. В статье рассматривается, как работают алгоритмы информационного поиска в реляционных базах данных.

Ключевые слова: реляционные базы данных, поиск данных, двоичное дерево, бинарное дерево, дерево В+

Для цитирования: Осипов Г. С., Звягин Д. Е., Алексеева Т. М. Организация поиска в реляционных базах данных // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 61–64.

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Original article

ORGANIZATION OF SEARCH IN RELATIONAL DATABASES

Gennadij S. Osipov¹, Dmitrij E. Zvyagin², Tatyana M. Alekseeva³

¹ Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, gsosipov@mail.ru

² Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Mathematics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, dima.zvyagin.00@mail.ru

³ 3rd year student in the field of Applied Mathematics and Computer Science, Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, locustdm@yandex.ru

Abstract. Relational databases are perhaps the most common type of software and have more than thirty years of development history. The organization of the search and processing of information in databases are the central tasks in the DBMS. However, how search algorithms work and which one is the fastest are questions that require additional consideration. The article discusses how information search algorithms work in relational databases.

Key words: relational databases, data search, binary tree, B+tree

For citation: Osipov G. S., Zvyagin D. E., Alekseeva T. M. Organization of search in relational databases // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 61–64.

Введение

Для решения задач хранения, структуризации и обработки данных широко используются базы данных (БД). Особое внимание к себе заслуживают реляционные базы данных и системы управления базами данных, представляющие собой комплекс программного обеспечения, с помощью которого можно создавать базы данных и проводить над ними различные операции: поиск, сортировку, фильтрацию, группировку [1].

Надежность, поддержка механизма транзакций, а также возможность быстрой обработки больших данных позволяют использовать реляционные БД в банковских системах, системах резервирования авиа и железнодорожных билетов, мест в гостиницах и т. д. В этой статье пойдет речь о методах быстрой обработки реляционных БД, а именно об организации в них поиска.

Реляционные базы данных (РБД) – базы данных, использующие табличную модель хранения и отображения данных. Они используются для предоставления доступа к взаимосвязанным элементам информации [2].

Объекты, имеющие одинаковую структуру, можно хранить в одной таблице, где они представлены в виде строк, а их атрибуты – в виде столбцов. Таким образом, поиск объекта сводится к нахождению нужной строки в таблице.

Поиск в реляционных базах данных может осуществляться разными методами: на основе двоичного (бинарного) дерева, на основе дерева В+, на основе хэш-таблиц и других структур. В данной работе будут рассмотре-

ны первые два алгоритма на основе деревьев и предоставлена оценка сложности для каждого метода. Сложность является показателем зависимости количества операций для осуществления поиска от количества строк.

Методы и материалы исследования

Для проведения исследования были использованы методы:

- выбора алгоритма поиска;
- анализа сложности поиска.

Материалом для исследования являются данные учебных и экспериментальных данных.

Результаты исследования

Очевидно, необходимые строки можно искать простым перебором, что является примитивным и простым в реализации подходом к решению данной задачи, однако в таком случае сложность будет равна N , где N – количество строк в таблице, что неприемлемо для больших данных.

Рассмотрим метод на основе двоичного (бинарного) дерева. Двоичное дерево представляет собой набор узлов, в каждом из которых хранятся значение, указатели на два других узла и список объектов, относящихся к этому узлу. Количество узлов определяется количеством уникальных значений в столбце. Значения в узлах эквивалентны значениям атрибутов объектов, относящихся к этим узлам.

Пусть имеется исходная таблица, в которой хранятся должности и зарплата служащих (табл. 1). Поиск осуществляется по необходимому столбцу, для которого впоследствии создается дерево.

Таблица 1

Исходные данные для построения двоичного дерева

Должность	Зарплата (тыс. руб)	Должность	Зарплата (тыс. руб)
Менеджер по клинингу	30	Системный администратор	180
Секретарь-администратор	50	Дизайнер презентаций	220
Офис-менеджер	75	Младший специалист ручного тестирования	250
Менеджер по продажам	90	Тестировщик	300
Управляющий автокомплексом	120	Промышленный дизайнер	320
Управляющий розничным магазином	150	IT-специалист	350
Риелтор	160	Дизайнер интерфейсов	350

Двоичное дерево на рисунке 1 было сформировано по данным таблицы 1 по столбцу «зарплата», причем в качестве значений узлов были взяты только уникальные значения таблицы.

Поиск начинается с верхнего узла дерева, опускаясь вниз в процессе сравнения искомого значения со значением узла. Предположим, что искомое значение равно 180. Тогда при сравнении 180 с 150 определим, что $180 > 150$, и пойдем по правой ветке. Так как $180 < 250$, то выбираем левую ветку и встречаем нужное нам число 180. Спуск вниз идет до тех пор, пока не найдется искомое значение, или же не дойдем до конца дерева. Во втором случае выдается исключение об отсутствии объекта с необходимым значением атрибута. Следует отметить, что искомое значение помимо числового типа данных может быть представлено в виде строки или данных типа «Дата» [3].

Сложность поиска на основе двоичного (бинарного) дерева будет равна $\log_2(N)$, так как именно столько раз необходимо сделать выбор, прежде чем добраться до низа дерева.

Рассмотрим следующий способ поиска в реляционных базах данных – метод на ос-

нове дерева В+. Этот метод является более эффективным при поиске объектов, значения атрибутов которых попадают в заданный диапазон. Подобная эффективность данного метода обеспечена разделением узлов на узлы принятия решений и узлы значений. Узлы принятия решений являются навигацией для поиска узлов значений. Узлы значений отсортированы, что позволяет при нахождении одного узла найти все узлы с значениями заданного диапазона. Сложность поиска рассматриваемого метода «Дерева В+» равна $M + \log_2(N)$, когда у двоичного дерева $M * \log_2(N)$.

Выводы

Таким образом, в статье были рассмотрены два метода поиска в реляционных базах данных. Метод на основе дерева В+ является более подходящим для задач поиска в заданном диапазоне, однако его модернизация при изменении базы данных требует больших усилий, чем для метода на основе двоичного дерева, в связи с чем вопрос о лучшем методе остается открытым.

Список литературы

1. Нестеров, С. А. Базы данных : учебник

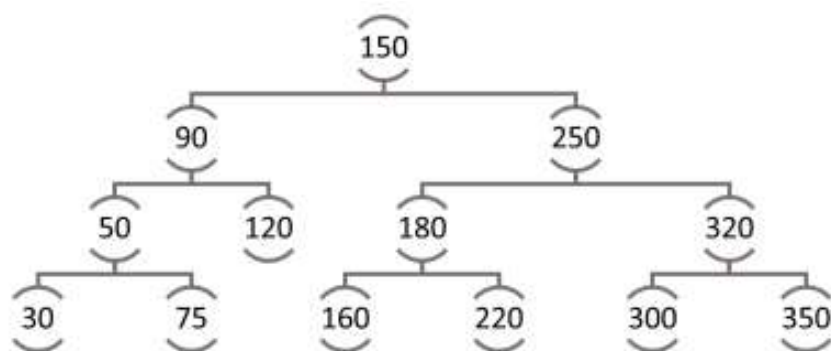


Рис. 1. Двоичное (бинарное) дерево



Рис. 2. Дерево В+

и практикум для вузов / С. А. Нестеров. – Москва : Издательство «Юрайт», 2020. – 230 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00874-6. – Текст : электронный // Образовательная платформа «Юрайт» [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/450772> (дата обращения: 22.05.2022).

2. Что такое реляционная база данных // Сайт компании "Oracle". – Режим доступа: www.oracle.com

3. Абрамян, М. Э. Бинарные деревья: задачи, решения, указания / М. Э. Абрамян. – Ростов-на-Дону : ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет», 2009. – 71 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

ЭЛЕКТОЭНЕРГЕТИКА

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 66–68.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 66–68.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.31(571.64)

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Игорь Георгиевич Минервин¹, Алексей Леонтьевич Елаев²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрические системы и сети» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

Аннотация. Определение проблем в сфере энергоснабжения Сахалинской области является важной задачей в настоящее время. Для того чтобы снизить затраты на электроснабжение, а также понизить тарифы для населения и повысить качество электроэнергии, необходимо четко понимать наиболее проблемные аспекты в данной сфере. Решение данных проблем требует значительных затрат, поэтому необходимо правильно обозначить важность и очередность их решения.

Ключевые слова: изолированность территорий, потери в линиях электропередачи, климатические условия, раздробленность энергоресурсов

Для цитирования: Минервин И. Г., Елаев А. Л. Основные проблемы изолированной электроэнергетики Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 66–68.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

THE MAIN PROBLEMS OF THE ISOLATED ELECTRIC POWER INDUSTRY OF THE SAKHALIN REGION

Igor G. Minervin¹, Alexei L. Elaev²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² 2nd year student in the field of training "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

Abstract. Determination of problems in the field of energy supply of the Sakhalin region is an important task at present. In order to reduce the cost of electricity supply, as well as lower tariffs for the population and improve the quality of electricity, it is necessary to clearly understand the most problematic aspects in this area. Solving these problems requires significant costs, so it is necessary to correctly indicate the importance and order of their solution.

Key words: isolation of territories, losses in power lines, climatic conditions, fragmentation of energy resources

For citation: Minervin I. G., Elaev A. L. The main problems of the isolated electric power industry of the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 66–68.

Введение

Особенностью электроэнергетики Сахалинской области является ее технологическая изолированность от Единой энергетической системы России, то есть полное электроснабжение острова осуществляется за счет своих ресурсов. В условиях географической изолированности островного региона электроэнергетика играет важнейшую роль в обеспечении жизнедеятельности граждан и устойчивого социально-экономического развития региона.

Энергетическая система Сахалинской области разделена на отдельные технологически не связанные энергорайоны и энергоузлы, а именно:

- центральный энергорайон;
- северный энергорайон;
- децентрализованные энергорайоны.

Себестоимость 1 кВт*ч электрической энергии в Сахалинской области незначительно выше среднероссийской цены на электроэнергию. При сопоставлении цен в пределах Дальневосточного федерального округа видно, что фактические затраты на производство электроэнергии в Сахалинской области выше, чем в Забайкальском и Приморском краях, Амурской и Еврейской автономных областях, и существенно ниже, чем в Магаданской области, Камчатском крае и Чукотском автономном округе. Поэтому целью данного исследования стало определение основных проблем островной электроэнергетики, приводящей к существенному росту издержек.

Методы и материалы

При проведении исследования использовались методы:

- мониторинга;
- сравнительного анализа.

Для исследования использовались данные нормативно-правовых актов Правительства Сахалинской области и иные открытые данные.

Результаты исследований

Электроэнергетический комплекс Сахалинской области характеризуется высоким износом электросетевого оборудования. По состоянию на 2020 год в эксплуатации свыше 40 лет находится 50,5 % ВЛ-35 кВ и 57,9 % ВЛ-110 кВ и выше. В эксплуатации свыше 25 лет находится 46,5 % силовых трансформаторов в сети 35 кВ и 65,3 % силовых трансформаторов сети 110 кВ и выше [6]. Территориальная энергосистема функционирует в сложных природно-климатических условиях. В год на острове Сахалине фиксируется 200–240 обусловленных неблагоприятными погодными условиями технологических инцидентов. Это ведет к ускоренному износу оборудования и дополнительным затратам на его ремонт и восстановление. Механи-

ческие характеристики воздушных линий электропередачи (ЛЭП) не соответствуют регламентируемым расчетно-климатическим требованиям к ветро- и гололедостойкости. Существующие объекты электроснабжения Сахалинской области были построены в 70–80-х годах прошлого века по усредненным климатическим нормам и не учитывали реальных ветровых и гололедных нагрузок островного региона. Кроме того, большая часть системных воздушных ЛЭП (линий электропередачи) проходит вдоль побережья и подвержена воздействию солевых отложений на конструкциях опор. Указанные факторы привели к повышенному износу несущих конструкций, а несоответствие реальным ветровым и гололедным нагрузкам – к частым обрывам проводов и падению опор. Технологическая изолированность территориальной энергосистемы Сахалинской области приводит к необходимости содержания повышенного резерва установленной мощности для обеспечения необходимого уровня надежности энергоснабжения. Этот фактор является одной из причин более высокой стоимости электроэнергии для потребителей.

Схемы присоединения ряда подстанций 35–110 кВ территориальной энергосистемы Сахалинской области не соответствуют руководящим указаниям по проектированию энергосистем, так как присоединены к одноцепной линии с односторонним питанием.

На Сахалинской ГРЭС и Ногликской газовой электростанции превышен парковый ресурс турбоагрегатов в 1,5–2 раза. Для дальнейшей надежной и экономически эффективной работы электростанций требуется реконструкция с заменой и увеличением установленной мощности генерирующего оборудования.

ПАО «Сахалинэнерго» входит в ТОП-5 энергосбытовых компаний в антирейтинге по частоте возникновения аварий, приведших к отключению потребителей в 2018 году. По данным Министерства энергетики Российской Федерации, показатель SAIFI (частота перерывов электроснабжения на точку поставки) составляет – 2,83 раза [4].

По данным онлайн-опроса жителей Сахалинской области по организации электроснабжения за период с 1 января 2018 года по 1 января 2019 года, в качестве основных проблем респонденты отметили частые перебои в электроснабжении, низкое напряжение, скачки напряжения, что также наблюдается и в настоящее время в отдаленных районах острова. По данным газеты «Углегорские новости», за последние три месяца отключения электроэнергии в районе происходили чуть ли не каждую неделю, а именно:

– в марте: 2–5, 10, 15–18, 22–25, 28–31 числа;

- в апреле: 7, 14, 27–28 числа;
- в мае: 5–6, 12 числа [1].

Выводы

Основной проблемой изолированной электроэнергетики является необходимость содержания повышенного уровня резерва установленной мощности, так как кроме своих ресурсов ничего больше нет для поддержания инфраструктуры. Второй по значимости стоит проблема изношенности оборудования. Необходимо как можно быстрее и без перебоев поставки электроэнергии заменить или отремонтировать вышедшие из строя устройства. Также необходимо учитывать особенности климатических условий Сахалинской области и обеспечить должную устойчивость.

Без дальнейшего последовательного развития энергетической инфраструктуры и создания новых генерирующих объектов экономический рост на территории Сахалинской области не представляется возможным.

Список литературы

1. В Углегорском районе тысячи людей остались без света. – URL: <https://ujnosahalinsk.bezformata.com/listnews/>

[uglegorskom-rayone-tisyachi-lyudey/92203849/https://docs.cntd.ru/document/561757065](https://docs.cntd.ru/document/561757065) (дата обращения: 20.06.2022).

2. Изменения, вносимые в Стратегию социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2035 г., утвержденную Постановлением Правительства Сахалинской области от 24.12.2019 г. № 618. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/73562970/8b7b3c1c76e91f88d33c08b3736aa67a/> (дата обращения: 15.05.2022).

3. На форуме «Нефть и газ Сахалина 2021» обсудили климатическое лидерство Сахалинской области. – URL: <https://sakhalinmedia.ru/news/1168469/?from=41> (дата обращения: 20.06.2022).

4. Официальный пресс-релиз ОАО «Рус-Гидро» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rushydro.ru/press/news/96944.html>. (дата обращения: 15.05.2022).

5. Стратегия социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2025 года. Утверждена постановлением Правительства Сахалинской области от 28.03.2011 г. № 99. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/31756095/> (дата обращения: 15.05.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 69–72.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 69–72.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.31

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БЮДЖЕТНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ИНДИКАТОРА ГАЗА

**Игорь Георгиевич Минервин¹, Светлана Владимировна Абрамова²,
Кристина Константиновна Заболонская³, Иван Сергеевич Харченко⁴**

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Доктор педагогических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Abramova_sv@list.ru

³ Студентка 1-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

⁴ Студент 3-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

Аннотация. В статье предложена концепция бюджетного варианта малогабаритного индикатора газа (CH_4) для предупреждения техногенных чрезвычайных ситуаций. Показана необходимость разработки и создания массового производства бюджетного варианта газоанализаторов для широкого использования населением в бытовых нуждах. Разработка данной модели малогабаритного индикатора газа (МИГ-М) может послужить основой для мотивации молодежи к инновационной деятельности, изобретательству и техническому творчеству. Данная разработка может стать основой студенческого стартапа, а ее прототип может быть представлен на ярмарке технологических проектов ЧОУ.

Ключевые слова: газ, метан, индикатор газа, безопасность жизнедеятельности

Для цитирования: Минервин И. Г., Абрамова С. В., Заболонская К. К., Харченко И. С. Разработка и создание бюджетного малогабаритного индикатора газа // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 69–72.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

DEVELOPMENT AND CREATION OF A BUDGET SMALL-SIZED GAS INDICATOR

Igor G. Minervin¹, Svetlana V. Abramova², Kristina K. Zabolonskaya³, Ivan S. Kharchenko⁴

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Abramova_sv@list.ru

³ 1st year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

⁴ 3rd year student in the field of training "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

Abstract. The article proposes the concept of a budget version of a small-sized gas indicator (CH_4) for the prevention of man-made emergencies. The necessity of developing and creating a mass production of a budget version of gas analyzers for widespread use by the population in household needs is shown. The development of this model of a small-sized gas indicator (MIG-M) can serve as a basis for motivating young people to innovation, invention and technical creativity. The conditions for self-realization of young people and the basics of startup projects have been created in the Student Scientific Society.

Key words: gas, methane, gas indicator, life safety

For citation: Minervin I. G., Abramova S. V., Zabolonskaya K. K., Kharchenko I. S. Development and creation of a budget small-sized gas indicator // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 69–72.

Введение

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека является одной из приоритетных задач мирового сообщества. Контроль газового состава окружающей среды является одним из важнейших видов контроля безопасности. На сегодняшний день эта тема становится все более актуальной в связи с постоянным ухудшением экологической ситуации, а также интенсивным сжиганием топлива, производимого из нефти. В настоящее время в Сахалинской области в целях уменьшения экологической нагрузки реализуется программа развития газоснабжения и газификации. В качестве чистого энергоносителя используется метан [1]. CH_4 является одним из простейших углеводородов, не имеет цвета и запаха, легче воздуха, почти не растворяется в воде, отличается дешевизной и доступностью. Несмотря на то, что метан малотоксичен, он относится к группе веществ, способных образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, что создает условия для появления чрезвычайных ситуаций. Постоянно существует высокий риск утечки метана, следствием которой является реализация опасности воспламенения, приводящей к человеческим жертвам и порчи имущества [2]. Разумеется, что система предотвращения утечек не стоит на месте и постоянно развивается. Существует большой выбор как отечественных, так и зарубежных газоанализаторов широкого применения, например, таких, как ИГС-98, Колион-1В, Альтаир, Комета-М, СОУ-1, МС-3, ИНФРАКАР, Гранит, АНТ-3М, АНКAT 7664 и других [3], которые служат для химического контроля и разведки, позволяющих идентифицировать и измерять содержание одного или нескольких компонентов в газовой смеси, их концентрацию и пр. Но данные газоанализаторы имеют два больших недостатка – это высокая цена и сложность использования в быту. Поэтому целью данной работы является разработка

менее дорогостоящего и компактного газоанализатора.

Методы и материалы исследования

При проведении исследования использовались методы:

- метод проверочного и контрольного эксперимента;
- метод обработки и анализа экспериментальных данных;
- метод программирования.

Исследования опирались на материалы в виде нормативно-правовых актов по обеспечению комплексной безопасности, учебники и учебные пособия, монографии, открытые электронные ресурсы по программированию микропроцессоров, наработки по курсовым работам.

Результаты исследований

В студенческом научном обществе (СНО) Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета работает направление, в рамках которого студенты активно занимаются разработкой различных аппаратов мониторинга окружающей среды и, в частности, методов контроля [4, 5]. Так, авторами данной работы разработан и создан универсальный малогабаритный индикатор газа (далее – МИГ-М) на платформе Arduino Nano. Важно отметить, что данная разработка гарантирует надежность, простоту использования в быту и сравнительно невысокую цену комплектующих. Это делает доступным приобретение этого прибора людьми с низким уровнем дохода.

Этот газоанализатор прост в использовании, что также дает возможность людям без специальных навыков эксплуатировать наш индикатор газа.

Данное устройство МИГ-М является переносным портативным прибором, предназначенным для индикации порогового уров-

ня предельно допустимых значений газа в замкнутом пространстве. Может быть как мобильным, так и стационарным, что также является преимуществом перед другими газоанализаторами.

Принцип работы МИГ-М основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO_2 при контакте с молекулами определяемого газа. При этом микроконтроллер запрограммирован так, что при повышении концентрации CH_4 в замкнутом пространстве до установленного уровня подается световой, звуковой сигналы и параметры отображаются на ЖК-дисплее. В свою очередь, это делает его применение доступным для людей с ограниченными возможностями. Для удешевления прибора можно исключить жидкокристаллический дисплей из конструкции.

Принципиальная схема приведена на рисунке 1.

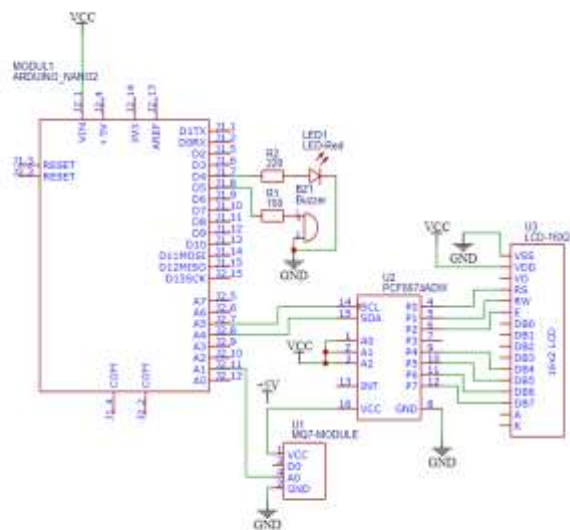


Рис. 1. Принципиальная схема прибора МИГ-М

В состав прибора входит:

- датчик MQ2 (рис. 2) обеспечивает определение наличия метана CH_4 ;
- плата Arduino Nano.



Рис. 2. Датчик MQ2

Основные характеристики датчика MQ2 следующие:

- рабочее напряжение 5 В;
- сопротивление нагрузки 20 кОм;
- сопротивление нагревателя $33 \text{ Ом} \pm 5 \%$;
- потребляемая мощность $< 800 \text{ мВт}$;
- сопротивление чувствительности 10 кОм – 60 кОм;
- измерение концентрации 200–10000 ppm.

Для обработки данных, поступающих с датчика MQ2, используется плата Arduino Nano, преимущество которой заключается в простоте работы, а также в достаточно низкой цене. Возможность автоматизировать как элементарные, так и более сложные системы управления является еще одним из преимуществ данной платы (рис. 3).



Рис. 3. Плата Arduino Nano

Основой платформы Arduino Nano является 8-битный микроконтроллер семейства AVR – ATmega328P с тактовой частотой 16 МГц. Контроллер предоставляет 32 КБ Flash-память для хранения прошивки, 2 Кб оперативной памяти SRAM и 1 Кб энергонезависимой памяти EEPROM для хранения данных. Микросхема FT232R обеспечивает связь микроконтроллера ATmega328P с USB-портом компьютера. При подключении к компьютеру Nano определяется как виртуальный

СНМ-порт. Разъем Mini-USB предназначен для прошивки платформы с помощью компьютера. Линейный понижающий регулятор напряжения LM1117MPX-5.0 с выходом 5 вольт обеспечивает питание микроконтроллера ATmega328P и другой логики платформы. Максимальный выходной ток составляет 800 мА [6].

В качестве портов ввода/вывода используются различные типы портов, при этом подключение датчика MQ 7 осуществляется посредством АЦП: пин A1, который позволяет представить аналоговое напряжение в цифровом виде. Разрядность АЦП не меняется и установлена в 10 бит. Диапазон входного напряжения от 0 до 5 В.

Кроме того, для вывода информации о работе датчика используется ЖК-дисплей типа 1602A, который подключается к Arduino Nano посредством контроллера PCF8574. Рассмотренные компоненты необходимо подключить в соответствии с принципиальной схемой (рис. 1).

Расчетная стоимость комплектующих ± 1500 руб.

Рассмотренная концепция бюджетного варианта малогабаритного индикатора газа (CH_4) является оформленной бизнес-идеей для реализации в рамках стартапа. Нами показана необходимость разработки и создания массового производства газоанализаторов МИГ-М для широкого использования населением в бытовых нуждах по предупреждению возможного возникновения чрезвычайных ситуаций из-за массового внедрения метана.

Выводы

Таким образом, использование рассмотренного универсального малогабаритного индикатора газа позволит своевременно выявить наличие метана, если его показания будут превышать предельно допустимые значения в замкнутой среде, и избежать аварий и катастроф.

Рассмотренное решение возможно задействовать для детектирования других видов газов, таких, как водород, бутан и пропан, CO_2 , при условии замены датчика газа и пе-

репрограммирования контроллера на соответствующие показатели.

Список литературы

1. Состояние газификации Сахалинской области. Управление информации ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2020/september/article514363/> (дата обращения: 22.06.2022).
2. Комплексный подход к безопасному использованию газа в быту. А. Г. Рогачев, главный инженер ООО «Газпром межрегионгаз», А. Л. Федоров, начальник отдела эксплуатации внутридомового и внутриквартирного газового оборудования Управления эксплуатации газораспределительных систем ООО «Газпром межрегионгаз» [Электронный ресурс]. – URL: <https://mrg-online.ru/knowledge/kompleksnyj-podhod-k-bezopasnomu-ispolzovaniyu-gaza-v-bytu/> (дата обращения: 22.06.2022).
3. Газоанализаторы [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ecoguru.ru/gas/?utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_campaign=36051896&utm_term=бытовой_газоанализатор_углекислого_газа&utm_keyword=анализатор%20газа&block=premium&position=1&yclid=12994149866345857023
4. Минервин, И. Г. Экологическое образование студентов и населения в связи с освоением нефти и газа на шельфе Сахалина (доклад) / И. Г. Минервин, Б. Р. Мисиков, В. М. Дуничев // Научно-просветительский сборник Сахалинского отделения Русского географического общества. Охрана природы, мониторинг и обустройство сахалинского шельфа ; редколлегия: д-р г.м. наук, академик РАН М. Л. Красный. – 2001. – URL: <http://www.sakhgu.ru/expert/Geography/2001/>
5. Минервин, И. Г. Практико-ориентированная модель подготовки современного специалиста : монография / И. Г. Минервин, С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров, А. С. Ломов. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2014. – 152 с. – ISBN 978-5-88811-486-5
6. Arduino Nano: распиновка, схема подключения и программирование [Электронный ресурс]. – URL: <http://wiki.amperka.ru/продукты:arduino-nano>.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 73–76.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 73–76.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.31(571.64)

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ИХ РЕШЕНИЯ: НА ПРИМЕРЕ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Игорь Георгиевич Минервин¹, Данил Анатольевич Ким²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, vladuncha@mail.ru

Аннотация. В статье выполнен анализ энергоснабжения изолированных территорий РФ на примере Сахалинской области. Определены проблемы в сфере энергоснабжения. Предложены оптимальные решения основных проблем.

Ключевые слова: энергоснабжение, изолированность территориальной энергосистемы, тепловые потери

Для цитирования: Минервин И. Г., Ким Д. А. Проблемные аспекты изолированной электроэнергетики и их решения: на примере Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 73–76.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

PROBLEMATIC ASPECTS OF THE ISOLATED ELECTRIC POWER INDUSTRY AND THEIR SOLUTIONS: ON THE EXAMPLE OF THE SAKHALIN REGION

Igor G. Minervin¹, Danil A. Kim²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² 2nd year student in the field of training "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, vladuncha@mail.ru

Abstract. The article analyzes the energy supply of isolated territories of the Russian Federation on the example of the Sakhalin region. Problems in the field of energy supply have been identified. Optimal solutions to the main problems are proposed.

Key words: energy supply, isolation of the territorial power system, heat losses

For citation: Minervin I. G., Kim D. A. Problematic aspects of the isolated electric power industry and their solutions: on the example of the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 73–76.

Введение

В энергетической системе Сахалинской области существуют проблемы, вызванные в первую очередь высокой себестоимостью

за счет высоких издержек эксплуатации. По данным энергогенерации и энергоснабжения на основе годовых отчетов ПАО «Сахэнерго», стоимость электроэнергии составляет

16,13 руб/кВт*ч. Это значительно выше показателей соседних регионов Дальнего Востока. Поэтому целью данной работы являлось исследование по выявлению основных факторов роста издержек по производству и доведению до потребителя электроэнергии.

Результаты исследования

Энергосистема Сахалинской области функционирует в сложных природно-климатических условиях. В год на острове фиксируется 200–240 обусловленных неблагоприятными погодными условиями технологических инцидентов, что ведет к ускоренному износу оборудования и дополнительным затратам на его ремонт и восстановление. Кроме того, регион является сейсмически активным. В таблице 1 приведены климатические характеристики условий, в которых функционирует энергетическая система Сахалинской области.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является перспективным направлением развития энергетики в Сахалинской области. Основным источником данных для определения ветроэнергетического потенциала являются метеоданные с опорных станций гидрометеослужбы.

В настоящее время на территории Сахалинской области функционируют электростанции, использующие возобновляемые источники энергии: энергию ветра, геотермальную энергию, энергию воды. К электростанциям Сахалинской области, функционирующим на основе ВИЭ, относятся ветродизельная станция (ВДЭС) «Головнино», ВДЭС «Новиково», «Менделеевская ГеоТЭС», мини-ГЭС-1 и мини-ГЭС-2.

Условия эксплуатации систем теплоснабжения также обуславливают необходимость генерации резерва электроэнергии (табл. 2).

Средний по субъекту РФ уровень потерь тепловой энергии в сетях превышает 20 % [2]. В границах субъекта наблюдается существенный разброс по уровню потерь в тепловых сетях МО (муниципальных образований), а в границах каждого МО – по отдельным изолированным системам теплоснабжения.

Уровень потерь определяется долей промышленного потребления тепла (чем он выше, тем потери в целом ниже), долей ветхих сетей, степенью централизации систем теплоснабжения и плотностью тепловой нагрузки, качеством их эксплуатации, технологиями прокладки и другими факторами.

Фактические потери в 70 % систем теплоснабжения составляют 20–60 %. Состояние многих тепловых сетей неудовлетворительное. Высоки утечки теплоносителя. Одноконтурные системы теплоснабжения требуют повышенного расхода электроэнергии. Внутриманометровые сети и радиаторы засорены, потребители в больших объемах сливают воду для обеспечения циркуляции, что ведет к повышенному расходу теплоносителя по причине отсутствия водоподготовки – к ускоренному износу оборудования котельных и тепловых сетей.

Главными проблемами эксплуатации те-

Таблица 1

Климатические характеристики условий функционирования энергетической системы Сахалинской области

Показатель	Остров Сахалин		Курильские острова	
	север	юг	север	юг
Сейсмическая активность	8–9 (по 12-балльной шкале MSK-64)		9–10 (по 12-балльной шкале MSK-64)	
Средняя температура января	–23 °С	–8 °С	–5 °С	
Средняя температура августа	+13 °С	+18 °С	+11 °С	
Средняя скорость ветра	7–10 м/сек	2–6 м/сек	6–7 м/сек	5–7 м/сек
Годовая сумма осадков	500–600 мм	800–900 мм	500–600 мм	800–900 мм
Продолжительность солнечного сияния	1500–1600 ч	1800–1900 ч	1000–1200 ч	1500–1600 ч
Средняя продолжительность благоприятного периода летом	10 дней	40 дней	10 дней	40 дней
Средняя продолжительность дискомфортного периода зимой	50 дней	10 дней	50 дней	10 дней

Таблица 2

**Характеристики систем теплоснабжения с большой долей
изолированных систем энергоснабжения в 2015 г.**

	Потребление тепловой энергии, тыс. Гкал	Доля потерь в тепловых сетях, %
Сахалинская область	4834	20,9

Источник: [3]

пловых сетей, находящихся в населенных пунктах с изолированными системами теплоснабжения, являются:

- высокий уровень потерь;
- высокий уровень затрат на эксплуатацию тепловых сетей в целом, они составляют около 50 % всех затрат в системах теплоснабжения;
- избыточная централизация, которая обуславливает завышение даже нормативных потерь на 5–10 %;
- высокая степень износа тепловых сетей и превышение критического уровня частоты отказов;
- неудовлетворительное техническое состояние тепловых сетей, нарушение тепловой изоляции и высокие потери тепловой энергии;
- нарушение гидравлических режимов тепловых сетей и сопутствующие ему недотопы и перетопы отдельных зданий.

Техническое состояние котельных, тепловых сетей и внутридомовых систем отопления, горячего и холодного водоснабжения имеет ярко выраженную деградационную составляющую.

Многие системы теплоснабжения имеют один характерный недостаток – отсутствие системы подготовки теплоносителя, что существенно сокращает срок жизни котлов, теплопроводов и внутридомовых систем. В таких системах затраты на ремонт и восстановление оборудования в три-четыре раза превышают нормативные величины, а аварийность на порядок выше, чем в системах с водоподготовкой. Кроме того, подготовка технической и технологической воды существенна, так как от эффективности и качества их охлаждения зависят удельные расходы топлива на выработку электроэнергии. Так, ухудшение условий теплообмена в системах охлаждения, приводящее к увеличению температуры поверхности головки цилиндра, на 1 °С приводит к увеличению расхода топлива на 10 г/кВт*ч.

Выводы

Технологическая изолированность территориальной энергосистемы Сахалинской

области, сложные климатические условия, изношенность сетей, несоответствие технологического компонента требованиям стандартов приводят к необходимости содержания повышенного резерва установленной мощности для обеспечения необходимого уровня надежности энергоснабжения. Этот фактор является одной из причин более высокой стоимости электроэнергии для потребителей.

В качестве мероприятий, способных вывести энергосистему региона в эффективно работающую систему, можно предложить:

- строительство новых электросетевых объектов и реконструкция существующих морально и физически устаревших электросетевых объектов, в том числе повышение пропускной способности ЛЭП;
- совершенствование систем мониторинга гололедообразования, схем и режимов плавки гололеда для ЛЭП-35-220 кВ;
- приведение схем электроснабжения муниципальных образований в соответствие действующим требованиям, критериям надежности и категоричности [4];
- создание условий для энергообеспечения резидентов на территориях опережающего развития «Южная», «Горный воздух» и «Курилы»;

– в отношении Курильских островов будет продолжена практика замещения изношенного и морально устаревшего оборудования дизельных электростанций на современное. В 2019–2025 годах предусмотрена работа по обследованию энергопотенциала островов Шикотан, Кунашир, Итуруп, Парамушир с проектированием электростанций и схемы выдачи мощности, а также ввод в эксплуатацию дизельной электростанции в с. Крабозаводское (о. Шикотан).

Список литературы

1. Направления деятельности: стратегическая и отраслевая аналитика // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – Режим доступа: ac.gov.ru. (дата обращения: 4.05.2022).
2. Башмаков, И. Разработка программ

развития, модернизации и реабилитации систем теплоснабжения (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) / И. Башмаков, В. Папушкин // Новости теплоснабжения. – № 6 и 7. – 2004.

3. Башмаков, И. Анализ нынешнего положения изолированных систем энергоснабжения с высокими затратами на энергию / И. Башмаков. – URL: http://www.cenef.ru/file/Discussion_paper1.pdf

4. Низкоуглеродные решения для изо-

лированных российских регионов с высокими ценами на энергоресурсы / Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭ-НЭФ). Ежеквартальный отчет. – Вып. 1. – 27.12.2016. – URL: <http://www.cenef.ru/file/Bulletin1.pdf> (дата обращения: 4.05.2022).

5. Суржикова, О. А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России / О. А. Суржикова // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 3 (4). – С. 103–108.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 77–83.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 77–83.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.332

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МЕСТ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Игорь Георгиевич Минервин¹, Дмитрий Олегович Кочнев²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Студент 3-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, k0chnev21@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена модель работы систем накопления электроэнергии и ее регулирования на основе выбора оптимальных параметров пиковой нагрузки сетей при использовании альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: системы распределенной генерации, система накопления электроэнергии, регулирование напряжения

Для цитирования: Минервин И. Г., Кочнев Д. О. Разработка методики выбора накопителей электроэнергии и мест их размещения в распределительных электрических сетях // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 77–83.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF ELECTRIC POWER STORAGE DEVICES AND THEIR LOCATIONS IN DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS

Igor G. Minervin¹, Dmitriy O. Kochnev²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² 3rd year student, in the direction of "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, k0chnev21@yandex.ru

Abstract. The article considers the model of operation of electric power storage systems and its regulation based on the choice of optimal parameters of peak load of networks when using alternative energy sources.

Key words: distributed generation systems, electric power storage system, voltage regulation

For citation: Minervin I. G., Kochnev D. O. Development of a methodology for the selection of electric power storage devices and their locations in distribution electric networks // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 77–83.

Введение

Целесообразность применения систем накопления электроэнергии (СНЭ) значительно увеличилась с ростом уровня исполь-

зования систем распределенной генерации (СРГ) на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ), выдаваемая мощность которых труднопрогнози-

руема и может значительно изменяться в течение суток [1–3].

Однако в настоящее время недостаточно изучен вопрос о самостоятельном применении СНЭ в качестве дополнительного «активного» элемента распределительных электрических сетей [4].

Под активностью распределительной электрической сети понимается применение интеллектуальных методов управления распределенными источниками энергии или нагрузкой и использование автоматизированных многофункциональных устройств, выполняющих изменение конфигурации и/или параметров сети посредством генерации требуемых управляющих воздействий в каждой конкретной ситуации [5–8].

Дополнительно стоит отметить, что СНЭ рассматривается как многофункциональное устройство, включающее в свой состав следующие компоненты [4, 9]: полупроводниковый преобразователь, который может работать в режиме выпрямления (при заряде аккумуляторной батареи (АБ)) или в режиме инвертирования, преобразуя постоянное напряжение от АБ в переменное напряжение 50 Гц; накопительную систему, которая может быть реализована на базе долговременных (электрохимических) накопительных систем – аккумуляторов и/или кратковременных (электромагнитных) накопительных систем – батарей ионисторов; автоматизированную систему управления, функционал которой зависит от решаемых задач. Выбор СНЭ главным образом основан на определении двух параметров: мощности и емкости накопителя [10].

Перечень функциональных возможностей СНЭ позволяет полностью решить значительное количество известных проблем, существующих в настоящий момент в распределительных сетях.

В качестве критериев оптимальности выбора параметров и мест размещения СНЭ может выступать значительное число факторов (аргументов целевой функции): схема сети, длина линий, сечения проводников, мощности трансформаторов, характеристики графиков нагрузки, режимные параметры сети и пр. Как было показано в [4], такие критерии оптимальности, как схема сети, длина линий, сечения проводников и мощности трансформаторов, пригодны при выполнении экономического обоснования установки СНЭ.

В рамках данной работы рассматриваются варианты выбора оптимальных параметров и места размещения СНЭ по критерию увеличения доступной мощности технологического присоединения и по критерию поддержания заданного напряжения в наиболее «проблемном» узле сети при применении СНЭ с целью сглаживания пиков нагрузки и регулирования напряжения соответственно.

Целью статьи является разработка усовершенствованной методики выбора параметров и мест размещения систем накопления электроэнергии в распределительных электрических сетях для сглаживания пиков нагрузки и регулирования напряжения на основе анализа суточных графиков нагрузок, учитывающей следующие критерии оптимальности: увеличение доступной мощности технологического присоединения и поддержание заданного напряжения в наиболее «проблемном» узле сети. Для этого следует провести математическое описание методики выбора параметров и мест размещения СНЭ для сглаживания пиков нагрузки и регулирования напряжения, учитывающей критерии оптимальности. Обоснованность принятых критериев оптимальности необходимо подтвердить практическими расчетами на математической модели участка электрической сети.

Методы и материалы исследований

В ходе проведенного исследования были использованы следующие методы:

- расчета параметров;
- анализа расчетных данных;
- регулирования ключевых параметров.

Источником данных для проведения исследований являются данные открытых источников, учебников и учебных практикумов.

Результаты исследований

В процессе разработки методики были рассмотрены вопросы расчета параметров и выбора наиболее целесообразного места установки СНЭ для сглаживания пиков нагрузки и регулирования напряжения.

За счет выравнивания суточного графика электрических нагрузок в «пассивных» распределительных сетях возможно, во-первых, снизить капитальные вложения на строительство новых и модернизацию существующих электросетевых объектов, загрузка которых превышает номинальное значение; во-вторых, увеличить количество электроэнергии $\Delta W_{\text{ТП}}$, которая может быть передана нагрузке в течение суток. Последний эффект принято называть «высвобождение мощности технологического присоединения». Максимальное увеличение данного значения примем в качестве критерия выбора места установки СНЭ.

Понятие «сглаживание пиков нагрузки» физически заключается в увеличении и поддержании на номинальном уровне суточной нагрузки сетевого электрооборудования. В период времени, когда трансформатор на ТП (трансформаторной подстанции) недогружен, есть возможность зарядить накопитель электроэнергии, подключенный на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции с уве-

личением коэффициента загрузки трансформатора до единицы. Одновременно с этим в период времени пиковой нагрузки разряд СНЭ позволяет передать дополнительное количество электроэнергии в нагрузку.

Рассмотрим решение данной задачи на примере графика суточного потребления активной мощности, соответствующего максимальной нагрузке зимнего дня контрольного замера, заданного в относительных единицах, представленного на рисунке 1.

Отметим, что все расчеты производятся в относительных единицах.

Количество электроэнергии, необходимой для покрытия пиковой части суточного графика нагрузки, обозначим как $E_{\text{пика}}$; емкость накопительного элемента СНЭ обозначим как $E_{\text{СНЭ}}$; коэффициент энергетической эффективности СНЭ, учитывающий потери в преобразовательной технике и накопительном элементе, обозначим как $\eta_{\text{СНЭ}}$ и примем равным 0,85; через $P_{\text{СНЭ}}$ обозначим мощность разряда СНЭ, соответствующую мощности инвертора; через $P_{\text{ном}}$ обозначим номинальную мощность трансформатора на ТП, значению которой на рисунке 1 соответствует линия 4; через $P_{\text{нг}}$ обозначим мощность нагрузки ТП, изменению которой на рисунке 1 соответствуют линии 1–3; коэффициент загрузки трансформатора ТП, равный отношению среднесуточного изменения нагрузки $\{P_{\text{нг}i}\}_{i=0,23}$ к номинальной мощности трансформатора ТП $P_{\text{ном}}$, обозначим как

$$K_{\text{загр}} = \sum_{i=0}^{23} \frac{P_{\text{нг}i}}{t_i} / P_{\text{ном}};$$

доступную мощность технологического присоединения без перегрузки в течение суток трансформатора ТП обозначим как $P_{\text{тех.прис.}}$.

Дополнительно для графика нагрузки, представленного на рисунке 1, можно выделить два интервала времени, соответствующих режимам заряда и разряда СНЭ. Режим заряда, определяющий емкость накопительного элемента в составе СНЭ, продолжается на интервале времени

$$t_{\text{min}} \in \{P_{\text{нг}}^{K_{\text{загр}}=1} \leq P_{\text{ном}}\}.$$

Режим разряда, определяющий ток разряда накопительного элемента и мощность преобразователя в составе СНЭ, продолжается на интервале

$$t_{\text{max}} \in \{P_{\text{нг}}^{K_{\text{загр}}=1} > P_{\text{ном}}\}.$$

Кроме этого, приращение времени (переход от точки t_0 к точке t_1) с шагом в 1 ч обозначим ΔT .

Как видно из исследуемого суточного графика нагрузок, коэффициент загрузки трансформатора для данной ТП в нормальном режиме составляет 0,45 (линия 1 на рис. 1).

Допуская, что прирост нагрузок со временем происходит равномерно, на первом этапе требуется определить доступную мощность

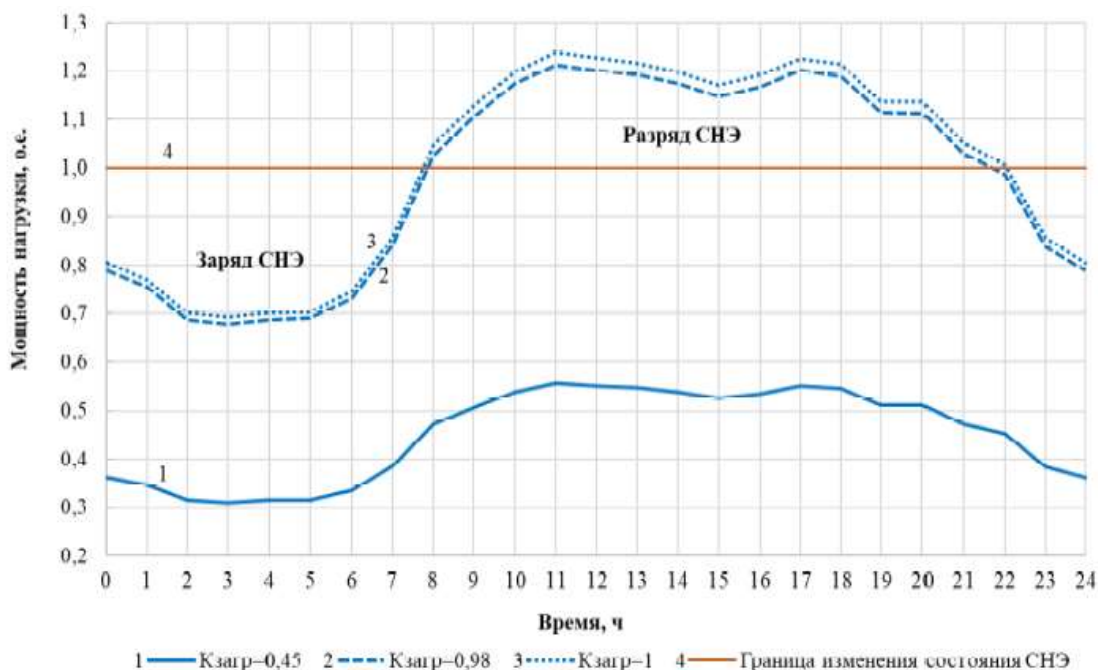


Рис. 1. Суточный график нагрузки трансформаторной подстанции в относительных единицах

технологического присоединения при $K_{\text{загр}} = 0,45$, которая рассчитывается:

$$P_{\text{тех. прис.}} = P_{\text{ном}} - \max\{P_{\text{нг}i}^{K_{\text{загр}}=0,45}\}_{i=0,23} \quad (1)$$

Таким образом, было определено значение нагрузки, которую можно подключить к данной ТП без замены трансформатора до установки СНЭ.

Далее требуется определить емкости $E_{\text{пика}}$ и $E_{\text{СНЭ}}$. Очевидно, что при $K_{\text{загр}} = 1$ количество электроэнергии, которую можно накопить (область заряда на рис. 1) и которую требуется отдать (область разряда на рис. 1), будет одинаковым. Однако, учитывая энергетическую эффективность СНЭ, принятую равной 0,85, должно выполняться условие $E_{\text{пика}} < E_{\text{СНЭ}}$. Было установлено, что данное условие всегда выполняется при $K_{\text{загр}} = 0,98$.

Тогда емкость, необходимая для покрытия пика суточного графика нагрузки для узла сети, определяется как:

$$E_{\text{пика}} = \sum_{j=t}^T (P_{\text{нг}j}^{K_{\text{загр}}=0,98} - P_{\text{ном}}) \Delta T, \quad (2)$$

$$t \leq t_{\text{max}} \leq T.$$

Емкость накопителя СНЭ для узла электрической сети можно определить по формуле:

$$E'_{\text{СНЭ}} = \sum_{j=t}^T (P_{\text{ном}} - P_{\text{нг}j}^{K_{\text{загр}}=0,98}) \Delta T, \quad (3)$$

$$t \leq t_{\text{min}} \leq T.$$

Емкость, которую СНЭ может отдать для исследуемого графика нагрузки:

$$E_{\text{СНЭ}} = E'_{\text{СНЭ}} \eta_{\text{СНЭ}}. \quad (4)$$

Корректность выбора требуемой энергоемкости определяется как:

$$\Delta W_{\text{ТП}} = E_{\text{СНЭ}} - E_{\text{пика}} \geq 0. \quad (5)$$

Выполнение условия (5) подтверждает, что емкости СНЭ будет достаточно, чтобы покрыть пиковую нагрузку мощностью

$$\max\{P_{\text{нг}i}^{K_{\text{загр}}=0,98}\}_{i=0,23}$$

и продолжительностью

$$t_{\text{max}} \in \{P_{\text{нг}}^{K_{\text{загр}}=0,98} > P_{\text{ном}}\}.$$

Далее требуется определить мощность СНЭ как

$$P_{\text{СНЭ}} = \max\{P_{\text{нг}j}^{K_{\text{загр}}=0,98}\}_{i=0,23} - P_{\text{ном}}. \quad (6)$$

Уравнения (1) – (6) позволяют выбрать требуемые параметры СНЭ с целью эффективного сглаживания пиковой части графика нагрузки как для «пассивной» распределительной сети, так и при наличии источников распределенной генерации.

Наиболее целесообразно размещение СНЭ в узле электрической сети, где доступная мощность технологического присоединения в результате установки СНЭ максимально увеличилась $K_{\text{тех. прис.}j} \geq K_{\text{тех. прис.}i}, i = 1, \dots, n$. При этом целевую функцию выбора места в сети, где установка СНЭ для сглаживания пиков нагрузки наиболее целесообразна, можно записать в виде:

$$K_{\text{тех. прис.}} \rightarrow \max, \quad (7)$$

$$\text{где: } k_{\text{тех. прис.}} = \frac{P_{\text{СНЭ}}}{P_{\text{тех.прис.}}}; n - \text{количество}$$

узлов рассматриваемого участка сети.

Известно, что увеличение потребления реактивной мощности приводит к снижению пропускной способности сети и уровней напряжений в узлах сети. С другой стороны, труднопрогнозируемая и значительно изменяющаяся в течение суток мощность от распределенной генерации на базе нетрадиционных источников энергии может приводить к увеличению напряжений в сети [24]. Кроме этого, значительная неравномерность графика нагрузки и наличие резкопеременной нагрузки приводят к медленным изменениям и колебаниям напряжения соответственно.

Традиционно задача регулирования напряжения в распределительных сетях решалась через распределение в сети оптимальной реактивной мощности по критерию минимизации потерь активной мощности [10].

Однако задачу выбора параметров и места размещения СНЭ в распределительной сети предлагается решить путем максимизации вклада поддержания заданного напряжения в наиболее «проблемном» узле сети на результирующие уровни напряжений во всей сети.

Компенсация реактивной мощности в распределительной сети оказывает слабый регулировочный эффект по напряжению ввиду низкого значения отношения X/R для линий данного класса напряжений [13]. Действительно, отношение X/R для линий высших классов напряжений может быть в пять-восемь раз больше, чем у ЛЭП низших классов, а у трансформаторов это соотношение еще больше [15].

Таким образом, применение СНЭ, способных снижать переток активной мощности в часы максимума нагрузки или генерации, позволяет уменьшать отклонения напряжений в узлах сети от номинальных значений за счет оказания соответствующих положительных и отрицательных регулировочных воздействий.

Коэффициент поддержания заданного напряжения для i -го узла сети определяется как [22]:

$$k_{ni} = \frac{(U_i - U_{min}) \cdot (U_{max} - U_i) \cdot |P_i|}{(U_{ном} - U_{min}) \cdot (U_{max} - U_{ном}) \cdot \sum_{j=1}^n |P_j|}, \quad (8)$$

где: U_i – действующее значение напряжения в i -м узле;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение данного узла;

U_{min} и U_{max} – нижний и верхний пределы изменения напряжения в рассматриваемом узле соответственно;

P_i – суммарная мощность нагрузки в данном i -м узле;

P_j – мощность, протекающая на данном участке сети.

На основании анализа уравнения (8) можно сделать вывод, что k_{ni} определяет не только изменение напряжения относительно номинального значения в i -м узле, но и показывает вклад изменения напряжения в наиболее нагруженном узле в общее искажение питающего напряжения.

В случае, если k_{ni} принимает отрицательное значение, значит напряжение в данном узле не соответствует заданным предельным значениям.

Таким образом, чем больше суммарное

значение $k_n = \sum_{i=1}^n k_{ni}$, где n – количе-

ство узлов рассматриваемого участка сети, тем ближе уровни напряжений во всей сети к своим номинальным значениям. Идеальное значение $k_n = 1$ соответствует равенству напряжений во всех узлах рассматриваемого участка сети номинальным значениям.

При выборе параметров и места размещения СНЭ с целью поддержания заданного напряжения в узле сети требуется в режиме максимальных нагрузок рассчитать значения k_{ni} для всех узлов рассматриваемого участка сети. Наиболее эффективна установка СНЭ в узле сети j с наименьшим коэффициентом $k_{nj} \leq k_{ni}$, $j = 1, \dots, n$. В результате установки СНЭ в данном узле суммарное значение k_n будет максимально увеличено, что определяет максимальную эффективность от использования СНЭ в рамках данной задачи. Целевая функция для данного критерия выглядит следующим образом:

$$k_n(U) = \sum_{i=1}^n k_{ni} \rightarrow \max. \quad (9)$$

Мощность нагрузки (генерации) в j -м узле сети, при которой напряжение в данном узле находится в допустимых пределах $U_{min} \leq U_j \leq U_{max}$, обозначим как $P_{нгj}$ ($P_{генj}$).

Мощность нагрузки в j -м узле сети, при которой напряжение в данном узле меньше заданного минимального значения $U_j < U_{min}$, обозначим как $P_{нгmax}$. Продолжительность наличия данной нагрузки составит $t_{max} \in \{U_j < U_{min}\}$.

Регулирующее воздействие от СНЭ в этом случае будем называть положительным.

Мощность генерации в j -м узле сети, при которой напряжение в данном узле больше заданного максимального значения $U_j > U_{max}$, обозначим как $P_{генmax}$. Продолжительность наличия данной генерации составит $t_{min} \in \{U_j > U_{max}\}$. В данных условиях регулирующее воздействие от СНЭ будем называть отрицательным.

Дополнительно приращение времени (переход от точки t_0 к точке t_1) с шагом в 1 ч обозначим как ΔT , коэффициент энергетической эффективности СНЭ, учитывающий потери в преобразовательной технике и накопительном элементе, обозначим как $\eta_{СНЭ}$.

Для случая положительного регулировочного воздействия требуемая емкость накопителя $E_{СНЭ}^+$ определяется продолжительностью максимума нагрузки в данном j -м узле:

$$E_{СНЭ}^+ = \frac{\sum_{i=t_1}^{t_2} (P_{нгmax,i} - P_{нгj}) \Delta T}{\eta_{СНЭ}}, \quad (10)$$

при: $t_1 \leq t_{min} \leq t_2$.

Мощность положительного регулировочного воздействия от СНЭ для данного j -го узла определяется как:

$$P_{СНЭ}^+ = \max\{P_{нгmax,i}\}_{i=t_1, t_2} - P_{нгj}. \quad (11)$$

Аналогично для отрицательного регулировочного воздействия требуемая емкость накопителя определяется продолжительностью максимума генерации в j -м узле сети:

$$E_{СНЭ}^- = \sum_{i=t_1}^{t_2} (P_{генmax,i} - P_{генj}) \Delta T, \quad (12)$$

$t_1 \leq t_{min} \leq t_2$.

Мощность отрицательного регулировочного воздействия от СНЭ для данного j -го узла определяется как:

$$P_{\text{СНЭ}}^- = \max\{P_{\text{ген}max,i}\}_{i=\overline{1,t_2}} - P_{\text{ген}j}. \quad (13)$$

Уравнения (8)–(13) позволяют выбрать параметры и наиболее целесообразное место размещения СНЭ с целью поддержания заданного напряжения в наиболее «проблемном» узле сети и улучшения уровней напряжений во всей сети.

Выводы

Разработана усовершенствованная методика выбора параметров и мест размещения систем накопления электроэнергии в распределительных электрических сетях с целью сглаживания пиков нагрузки и регулирования напряжения, учитывающая изменение суточных графиков нагрузок на шинах 0,4 кВ трансформаторных подстанций.

Выбор мощности, емкости и места установки СНЭ с целью сглаживания пиков нагрузки производится по критерию увеличения доступной мощности технологического присоединения.

Аналогичный выбор параметров и места установки СНЭ с целью регулирования напряжения производится по критерию поддержания заданного напряжения в наиболее «проблемном» узле сети.

Разработанная методика выбора параметров отличается от известных тем, что учитывается изменение фактических суточных графиков нагрузок. Кроме этого, выбор параметров и мест размещения СНЭ осуществляется с использованием критериев оптимальности, соответствующих целям применения накопителей.

Расчетами на математической модели для участка электрической сети 10 кВ была подтверждена обоснованность принятых критериев оптимальности.

Полученные результаты исследования имеют большую практическую значимость при выполнении работ по реконструкции и развитию распределительных электрических сетей в условиях цифровизации, с применением технических решений, направленных на увеличение технико-экономической эффективности работы сети.

Список литературы

1. Гусев, Ю. П. Влияние накопителей электроэнергии на пропускную способность распределительных сетей напряжением 6–10 кВ / Ю. П. Гусев, П. В. Субботин // *Электричество*. – 2018. – № 1. – С. 13–18.
2. Применение систем накопления энергии для обеспечения качества электроэнергии и решения комплексных задач в электрических сетях и у потребителя / В. Д. Мельников, Н. Л. Новиков, В. А. Колесников [и др.] // На-

учно-практическая конференция «Современные средства обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях и у потребителя», выставка «Электрические сети России – 2017», 7 декабря 2017 г., г. Москва. – Москва, 2017.

3. Сокольников, Т. В. Определение оптимальных параметров накопителя для интеграции возобновляемых источников энергии в изолированных энергосистемах с активными потребителями / Т. В. Сокольников, К. В. Суслов, П. Ломбарди // *Вестник ИрГТУ*. – 2015. – № 10 (105). – С. 206–211.

4. Семенова, Л. А. Анализ методов оптимизации в решении задач выбора мест установки и мощности компенсирующих устройств / Л. А. Семенова, А. О. Инжеватова, Р. М. Салимов // *Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры»*. – Оренбург : ФГБОУ ВО «ОГУ», 2017. – С. 513–516.

5. Герасимов, С. Е. Регулирование напряжения в распределительных сетях / С. Е. Герасимов, А. Г. Меркурьев. – Санкт-Петербург : Центр подготовки кадров СЗФ АО «ГВЦ Энергетики», 1998. – 84 с.

6. Energy storage systems for advanced power applications / P. F. Ribeiro, B. K. Johnson, M. L. Crow et al. // *Proceedings of the IEEE*. – 2001. – № 89. – P. 1744–1756. – DOI: 10.1109/5.975900

7. Divya, K. Battery energy storage technology for power systems – An overview / K. Divya, J. Ostergaard // *Electric Power Systems Research*. – 2009. – № 79. – P. 511–520. – DOI: 10.1016/j.epsr.2008.09.017

8. A new device for the control and the connection to the grid of combined RESbased generators and electric storage systems / M. Ippolito, E. Telaretti, G. Zizzo, G. Graditi // *Clean Electrical Power (ICCEP), 2013 International Conference on: IEEE*. – P. 262–267. – DOI:10.1109/ICCEP.2013.6586999

9. McDonald, J. Adaptive intelligent power systems: Active distribution networks / J. McDonald // *Energy Policy*. – 2008. – № 36. – P. 4346–4351. – DOI: 10.1016/j.enpol.2008.09.038

10. Planning of reliable active distribution systems / G. Celli, E. Giani, G. G. Soma, F. Pilo // *CIGRE 2012 Session*. – Paris, 2012. – 8 p.

11. Hidalgo, R. A review of active distribution networks enabling technologies / R. Hidalgo, Ch. Abbey, G. Joos // *IEEE PES General Meeting*. – 2010. – 9 p. – DOI: 10.1109/PES.2010.5590051

12. Optimal siting & sizing of battery energy storage system in active distribution network / Z. Qing, Y. Nanhua, Z. Xiaoping et al. // *IEEE PES ISGT Europe 2013*. – 2013. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/isgteurope.2013.6695235

13. Chauhan, A. A review on integrated re-

newable energy system based power generation for standalone applications: configurations, storage options, sizing methodologies and control / A. Chauhan, R. Saini // *Renew Sustain Energy Rev.* – 2014. – № 38. – P. 99–120. – DOI: 10.1016/j.rser.2014.05.079

14. Fabio, B. Radial MV networks voltage regulation with distribution management system

coordinated controller / B. Fabio, C. Roberto, P. Valter // *Electric Power Systems Research.* – 2008. – № 78. – P. 634–645. – DOI: 10.1016/j.epsr.2007.05.007

15. D'Adamo, C. Active distribution networks: General features, present status of implementation and operation practices / C. D'Adamo // *Electra.* – 2009. – № 246. – P. 22–39.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 84–88.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 84–88.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.332

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ

Игорь Георгиевич Минервин¹, Анна Юрьевна Кулишова²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Студентка 3-го курса направления «Электроэнергетика и электротехника» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, annakulishova502@icloud.com

Аннотация. Проблеме качества электрической энергии и снижения уровня потерь на протяжении многих лет уделяется достаточно много внимания. Тем не менее существующие методики расчетов характеристик электроэнергетических систем не в полной мере учитывают фактор случайного пофазного различия нагрузок, в том числе высокую скорость их изменения во времени. Поэтому важным и актуальным направлением исследований является развитие методов, совершенствование и разработка математических моделей для расчетов и анализа показателей качества электрической энергии. В первую очередь, таких, как изменение коэффициентов несимметрии токов и напряжения для установления уровня дополнительных потерь, создаваемых несимметричной нагрузкой.

Ключевые слова: несимметрия режимов, потери электрической энергии, компьютерное моделирование несимметрии, качество электросетей

Для цитирования: Минервин И. Г., Кулишова А. Ю. Повышение качества функционирования электрических сетей на основе компьютерного моделирования несимметричных режимов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 84–88.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

IMPROVING THE QUALITY OF FUNCTIONING OF ELECTRICAL NETWORKS BASED ON COMPUTER MODELING OF ASYMMETRIC MODES

Igor G. Minervin¹, Anna Yu. Kulishova²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² 3rd year student, in the direction of "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, annakulishova502@icloud.com

Abstract. Quite a lot of attention has been paid to the problem of the quality of electric energy and the reduction of losses for many years. However, the existing methods for calculating the characteristics of electric power systems do not fully take into account the factor of random phase-by-phase differences in loads, including the high rate of their change over time. Therefore, an important and relevant area of research is the development of methods, improvement and development of mathematical models for calculating and analyzing indicators of the quality of electrical energy. First of all,

such as changing the current and voltage asymmetry coefficients to establish the level of additional losses created by an asymmetric load.

Key words: asymmetry of regimes, losses of electrical energy, computer simulation of asymmetry, quality of power networks

For citation: Minervin I. G., Kulishova A. Yu. Improving the quality of functioning of electrical networks based on computer modeling of asymmetric modes // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 84–88.

Введение

В настоящее время происходит все более интенсивная электрификация различных регионов Российской Федерации, связанная с нарастанием темпов их освоения. Одним из факторов предъявляемых требований к системам электроснабжения является повышение качества функционирования электрических сетей общего назначения [1]. Качество функционирования определяется степенью соответствия технических средств требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 32144-2013.

Высокий уровень потерь в электрических сетях России можно обозначить как индикатор низкого качества электроэнергии, который свидетельствует об отклонениях значений показателей качества электроэнергии от нормативных значений [2].

Дополнительным стимулом к решению задачи эффективной коррекции искаженных режимов электроснабжения являются изменения в нормативно-правовой базе, регламентирующей требования к нормам качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [3, 4].

Значительный вклад в исследования несимметричных режимов работы электроустановок и систем электроснабжения, разработку мероприятий по повышению эффективности их работы и снижение уровня потерь внесли ученые: В. Э. Воротницкий, И. И. Карташев, Ф. Д. Косоухов, В. Г. Кузнецов, А. Н. Милях, А. К. Шидловский и др.

Сложность состоит в том, что спроектированные в большей части еще на рубеже 80-х годов электрические сети рассчитывались и создавались в предположении симметричной структуры нагрузок. Следовательно, для улучшения параметров работы систем электроснабжения необходимо учитывать фактическое состояние нагрузок ее элементов, в том числе случайный характер ее несимметрии. Поэтому важным и актуальным направлением исследований является развитие методов, совершенствование и разработка математических моделей для расчетов и анализа показателей качества электрической энергии. В первую очередь, таких, как изменение коэффициентов несимметрии токов и напряжения для установления уровня дополнительных потерь, создаваемых несим-

метричной нагрузкой на шинах трансформаторных подстанций, в узлах и структурных элементах, составляющих систему снабжения электрической энергией.

Методы и материалы

В ходе проведения исследований были использованы следующие методы:

- анализа симметричных составляющих;
- моделирования несимметричных режимов.

Материалами для проведения исследования стали данные публикаций российских исследователей и результаты практики моделирования несимметричных режимов.

Результаты исследований

Согласно ГОСТ 32144-2013, несимметрия трехфазной системы напряжений является одним из видов искажения электрической сети [5]. Основной причиной несимметричных режимов являются различные условия работы фаз [6].

Такие режимы возникают по различным причинам, зависящим от неполнофазных режимов работы элементов электрической сети, например, при пофазном отключении линий и трансформаторов для ремонта (продольная несимметрия) или из-за значительных несимметричных нагрузок по фазам (поперечная несимметрия) [7]. Несимметрия напряжения характеризуется коэффициентом несимметрии напряжения по обратной последовательности K_{2U} , который является одним из основных показателей качества электрической энергии.

Электромагнитную обстановку в трехфазных сетях при несимметричных режимах напряжений можно проанализировать с помощью метода симметричных составляющих, который применяется для линейных систем [8]. Суть этого метода состоит в том, что несимметричную трехфазную систему напряжений на основании принципа наложения можно представить в виде суммы симметричных систем, отличающихся друг от друга порядком чередования фаз, начальными фазами и амплитудными значениями величин. Наряду с системой прямой последовательности напряжений в трехфазной трехпроводной сети существует система обратной последовательности [9].

На рисунке 1 показан результат формирования несимметричных междофазных напряжений U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} с помощью системы прямой последовательности условных фазных напряжений (векторы U_{A1} , U_{B1} , U_{C1} на рисунке 1.1, б) и системы обратной последовательности (U_{A2} , U_{C2} , U_{B2} на рисунке 1.1, в).

Напряжение обратной последовательности следует рассматривать как помеху, под влиянием которой в цепи трехфазной нагрузки протекают соответствующие токи.

Эти токи не совершают полезной работы, приводят к снижению вращающего момента на валу электрической машины и дополнительному нагреву [9].

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности в системах электроснабжения общего назначения как параметр искажения является непрерывно распределенной случайной величиной, зависящей от многих случайных стационарных относительно длительных электромагнитных процессов, обусловленных режимами работы потребителей электроэнергии, состоянием электрических сетей и режимами их работы. Если в сетях низкого напряжения 0,4 кВ присутствует несимметричная нагрузка, то в результате этого может наблюдаться несимметрия напряжений в сетях (6–10) кВ.

Несимметрия трехфазной системы напряжений приводит к возникновению токов обратной последовательности I_{2U} , а в четырехпроводных сетях так же и токов нулевой последовательности I_{0U} . Токи I_{2U} совершают бесполезную работу, повышая электрические потери в асинхронных двигателях (АД). При этом создается отрицательный вращающий момент, снижающий число оборотов в минуту у асинхронных двигателей, и, следовательно, производительность приводимых

ими механизмов уменьшается [10, 11]. При несимметрии напряжений, составляющей $K_{2U} = 2\%$, срок службы асинхронных двигателей ввиду дополнительных потерь активной мощности сокращается на 10,8 %, синхронных – на 16,2 %, трансформаторов – на 4 %, конденсаторов – на 20 % [12].

Целесообразно производить снижение несимметрии токов и напряжений даже в том случае, когда эта несимметрия находится в допустимых пределах с точки зрения режимов нормальной работы оборудования. Это способствует уменьшению потерь в электрических сетях и электроприемниках, облегчению условий работы приемников электрической энергии, релейной защиты и т. д. При этом устранение несимметрии напряжений в электрических сетях является средством повышения экономичности и надежности работы электроэнергетической системы в целом [13].

Исследования режимов работы электрических сетей, измерения и моделирования в них различных условий работы затруднено требованиями выполнения положений техники безопасности, а также ограниченными возможностями по проведению коммутационных переключений оборудования сети. В том числе сложности появляются при необходимости коррекции типа и мощности нагрузки, а также изменения длины линии исследуемого фидера. Вследствие этого для проведения исследований и измерений режимных параметров электрической сети часто используется как физическое, так и компьютерное моделирование.

Из изложенного выше следует, что решение задач определения потерь мощности при различных параметрах показателей качества электрической энергии требует применения современных программных продуктов.

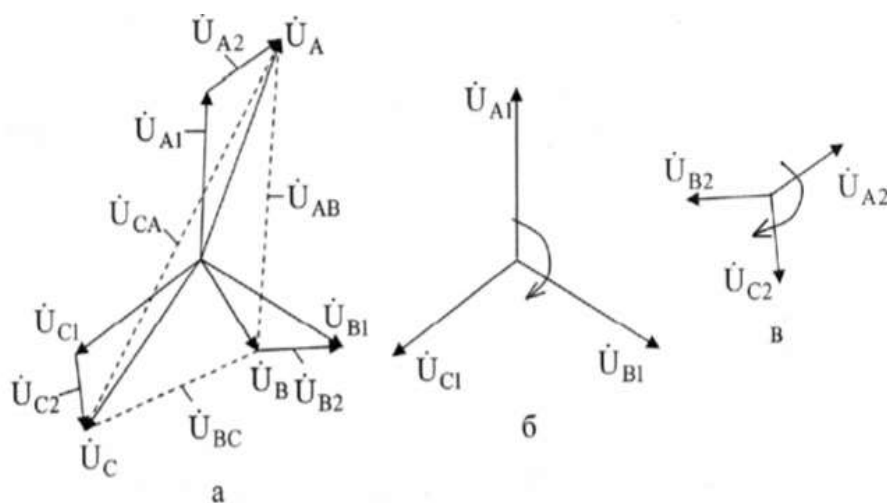


Рис. 1. Несимметричная система напряжений (а) и ее составляющие: прямая (б) и обратная (в) последовательности

Среди многообразия программного обеспечения, предназначенного для математического и научно-технического моделирования и решения задач численных расчетов (ПК «EnergyCS Потери», ПК «Fazonord-качество», ПК «АТМ-ЕМТР», ПК «РТП-3» и др.), широкое применение приобрел матричный математический пакет программ MATLAB [14, 15].

Наиболее известной прикладной программой из пакета MATLAB является Simulink и библиотека блоков SimPowerSystems. Simulink – это интерактивный инструмент визуально-ориентированного программирования, направленный на реализацию целей моделирования, имитации и анализа динамических систем.

Экспериментальное исследование влияния режимов несимметрии токов на потери мощности можно произвести с помощью имитационного моделирования. В качестве модели используется созданная в MATLAB виртуальная модель схемы электроснабжения, основанная как на готовых стандартных блоках Simulink, так и на вновь созданных элементах-блоках.

Схема виртуальной модели системы электроснабжения (основная часть) для исследования режимов работы при наличии различного вида несимметрии представлена на рисунке 2.

Для расчета коэффициентов несимметрии по напряжению была сформирована модель из SPS-блоков, которая получает значения симметричных составляющих напряжений.

Сформированная модель позволяет для каждой из фаз проводить в любой точке измерения следующих величин: напряжения (U)

и токи (I), активные (P), реактивные (Q) и полные мощности (S), коэффициенты мощности ($\cos \phi$), симметричные составляющие напряжений (U_1, U_2, U_0) и токов (I_1, I_2, I_0), коэффициенты несимметрии напряжений и токов по обратной (K_{2U}, K_{2I}) и нулевой последовательностям (K_{0U}, K_{0I}), потери мощности в каждом элементе и на каждом участке исследуемой сети. В данных модулях с помощью алгоритма на основе блоков управляемых источников напряжения и управляемых источников тока для моделирования задаются реальные графики нагрузок [16].

Таким образом, установлено, что применение общеизвестных методов при анализе дополнительных потерь мощности не учитывают соотношения между токами различных фазовых последовательностей, являющихся причиной возникновения несимметрии уровней напряжений. В свою очередь, это не позволяет достоверно определить причины и источники, приводящие к возникновению дополнительных потерь мощности, и оценить увеличение этих потерь в сравнении с нормальным (симметричным) режимом энергопотребления.

Выводы

Результаты моделирования показали, что предложенный способ реализации работы электрической сети при несимметричном режиме позволяет быстро и с необходимой достоверностью определять как возможные уровни несимметрии в характерных точках системы, так и уровни дополнительных потерь мощностей, возникающих в различных элементах системы электроснабжения.

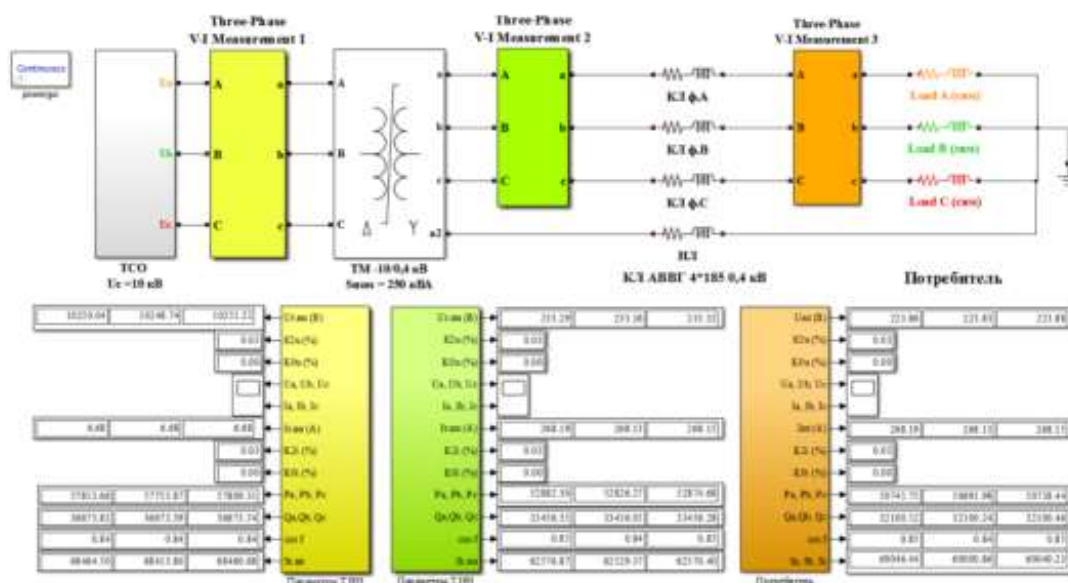


Рис. 2. Основная часть имитационной модели системы электроснабжения в Matlab (Simulink). Моделирование симметричного режима работы

Список литературы

1. Данилов, Г. А. Повышение качества функционирования линий электропередачи : монография / Г. А. Данилов, Ю. М. Денчик, М. Н. Иванов, Г. В. Ситников / под редакцией: В. П. Горелова, В. Г. Сальникова. – Новосибирск : Издательство Новосибирской государственной академии водного транспорта, 2013. – 559 с. – ISBN 978-5-8119-0530-0.
2. Добрусин, Л. А. Проблема качества электроэнергии и электросбережения в России / Л. А. Добрусин // Энергоэксперт. – 2008. – № 4. – С. 30.
3. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». – Москва : Стандартинформ, 2013. – 20 с.
4. Дед, А. В. Расчетная оценка дополнительных потерь мощности в элементах электрических сетей / А. В. Дед, С. В. Бирюков, А. В. Паршукова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 10. – С. 21–25.
5. Ситников, Г. В. Повышение качества функционирования электрических сетей общего назначения с низкими интегральными характеристиками в регионах с суровым климатом : диссертация ... кандидата технических наук: 05.14.02 / Г. В. Ситников. – Новосибирск, 2014. – 167 с.
6. Соколов, М. М. Совершенствование методов контроля состояния электротехнического комплекса электроснабжения устройств автоматики электрифицированных железных дорог : диссертация ... кандидата технических наук: 05.09.03 / М. М. Соколов. – Омск, 2010. – 163 с.
7. Машкин, А. Г. Проблемы качества и учета электроэнергии на границах системы тягового электроснабжения / А. Г. Машкин, В. А. Машкин // Промышленная энергетика. – 2007. – № 11. – С. 29–31.
8. Иванова, Е. В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электроэнергетических системах (теория, расчет, подавление) : диссертация ... доктора технических наук: 05.14.02 / Е. В. Иванова. – Новосибирск, 2007. – 375 с.
9. Володина, Н. А. Основы электромагнитной совместимости : учебник для вузов / Н. А. Володина [и др.] / под редакцией Р. Н. Карякина. – Барнаул : ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 2007. – 480 с.
10. Иванова, Е. В. Кондуктивные коммутационные помехи в местных электрических сетях промышленных предприятий и электростанций / Е. В. Иванова // Промышленная энергетика. – 2003. – № 7. – С. 36–40.
11. Карташев, И. И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения / И. И. Карташев ; под редакцией М. А. Калугиной. – Москва : Издательство МЭИ, 2000. – 120 с.
12. Системный подход в разработке усовершенствованных электросетевых конструкций: отчет по НИР (промежуточн.), г/б – 11 / ФБОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта» ; руководитель В. П. Горелов; исполнитель Г. В. Ситников [и др.]. – Новосибирск, 2013. – 118 с.
13. Герлейн, А. Д. Анализ методов симметрирования систем электроснабжения путем моделирования на ЭВМ / А. Д. Герлейн // Электрика. – 2008. – № 10. – С. 12–16.
14. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. – Москва : ДМК Пресс ; Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 288 с.
15. Дед, А. В. Моделирование в среде Matlab работы электрической системы при наличии несимметричной нагрузки / А. В. Дед, А. В. Паршукова // Россия молодая: Передовые технологии в промышленность. – № 1. – 2015. – С. 172.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 89–91.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 89–91.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.311(571.64)

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Игорь Георгиевич Минервин¹, Кирилл Олегович Ломовцев²

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроэнергетики и физики Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, igor@minervin.ru

² Студент 2-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, kirilllom584@gmail.com

Аннотация. В статье проведен анализ типовых источников энергогенерации энергетической системы Сахалинской области. Определены негативные факторы сопровождения эксплуатации источников электрогенерации.

Ключевые слова: дизельные генераторы, тепловые электростанции, выбросы, пожароопасность, загрязнения, вибрация, шумы

Для цитирования: Минервин И. Г., Ломовцев К. О. Основные экологические проблемы тепловых электростанций на примере Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 89–91.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THERMAL POWER PLANTS ON THE EXAMPLE OF THE SAKHALIN REGION

Igor G. Minervin¹, Kirill O. Lomovcev²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering and Physics of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, igor@minervin.ru

² 2nd year student in the field of training "Electric Power and Electrical Engineering", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kirilllom584@gmail.com

Abstract. The article analyzes typical sources of energy generation of the Sakhalin Oblast energy system. Negative factors of maintenance of operation of power generation sources have been identified.

Key words: diesel generators, thermal power plants, emissions, fire hazard, pollution, vibration, noise

For citation: Minervin I. G., Lomovcev K. O. The main environmental problems of thermal power plants on the example of the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 89–91.

Введение

Особенностью электроэнергетики Сахалинской области является ее технологическая изолированность от Единой энергетической

системы России. В условиях географической изолированности островного региона электроэнергетика играет важнейшую роль в обеспечении жизнедеятельности граждан и

устойчивого социально-экономического развития региона.

Энергетическая система Сахалинской области разделена на отдельные технологически не связанные энергорайоны и энергоузлы, а именно:

– «Центральный энергорайон» обеспечивает электроснабжением южную и центральную части Сахалинской области. 15 из 18 муниципальных образований области обслуживаются данным сегментом энергосистемы;

– «Северный энергорайон» обеспечивает электроснабжением территорию муниципального образования «Городской округ "Охинский"» Сахалинской области;

– децентрализованные (изолированные) энергорайоны на территории Курильских островов и отдаленных населенных пунктов ряда муниципальных образований Сахалинской области.

Основные объемы электрической энергии в регионе производятся тепловыми и дизельными электростанциями.

Основными генерирующими мощностями о. Сахалин в «Центральном энергорайоне» являются «Южно-Сахалинская ТЭЦ-1» и «Сахалинская ГРЭС-2», входящие в состав ПАО «Сахалинэнерго», доля выработки которых от общего объема электроэнергии составляет 80 %. АО «Ногликская газовая электрическая станция» расположена в «Центральном энергорайоне» в северной части о. Сахалин, доля выработки которой составляет 7,6 %. В «Северном энергорайоне» находится АО «Охинская ТЭЦ» с долей выработки 7,51 % [1]. Остальная доля электроэнергии генерируется дизельными электростанциями, расположенными на Курильских островах и в децентрализованных населенных пунктах о. Сахалин. Целью данной статьи является проведение исследований по проблемам использования дизельных и тепловых электростанций, которые в основном присутствуют в локальной энергосистеме Сахалинской области.

Методы и материалы

В ходе проведения исследования использовались методы:

- обзора;
- компиляции;
- сравнительного анализа.

Данные для проведения исследований были взяты из открытых источников в виде: нормативно-правовых актов Сахалинской области, публикаций экспертов.

Результаты исследования

Дизельные электростанции на рыбацких станах, зонах размещения воинских частей, туристических кэмпках и кэмпках нефтяных компаний – достаточно частое явление. Проведем анализ негативных факторов, со-

провожающих использование дизельных электростанций. К таким факторам относят следующие.

Вибрация и шумы. Способны вызвать синдром привыкания к шуму и ухудшение слуха.

Вредные выбросы. Если дизель-генераторная установка (ДГУ) неисправна, дымит, не обслуживается вовремя, то ее работа приносит вред окружающей среде, так как ДГУ становится источником выхлопных и картерных газов, содержащих опасные углеводороды, окись углерода и оксид азота, а также твердые частицы, нагар и копоть от сгоревшего масла и топлива. Особенно это актуально в тех случаях, когда арендаторы стараются самостоятельно установить ДГУ, не следуя рекомендациям и не организовав выхлопной тракт так, как необходимо.

Пожароопасность. В соответствии с п. 12 Требований к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов, утвержденном приказом Ростехнадзора от 07.04.2011 г. № 168, к опасным производственным объектам тепло- и электроэнергетики относят производственные объекты, использующие оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С. Следовательно, площадка дизельной электростанции, которая идентифицируется по признаку хранения и использования опасного вещества и использования оборудования, работающего под давлением более 0,07 Мпа или при температуре нагрева воды более 115 °С, будет относиться к таким объектам по критерию пожароопасности. ДГУ принадлежит к объектам пожарной опасности категории Б (взрывопожароопасным) и В (пожароопасным).

Есть современные инновационные ДЭС (ДГУ), где реализованы механизмы снижения вибрации и шумов. Например, ДГУ (дизель-генераторная установка) в защитном кожухе или блок-контейнере. Также ДГУ можно оснастить дополнительным глушителем, разместить в помещении со звукоизоляционным покрытием стен или обнести специальными вибро- и звукопоглощающими перегородками. В результате многие ДГУ по стандарту вполне можно размещать даже в непосредственной близости от жилых районов.

В условиях ужесточения экологического законодательства дизельные электростанции оснащаются заменяемыми фильтрами, системой вентиляции, что минимизирует вредные отходы, которые перед выбросом в атмосферу проходят внутреннюю очистку в выхлопном тракте.

По действующим регламентам исполь-

зование дизельных генераторов допустимо только внутри помещений или в специально обустроенных блок-контейнерах. На дизельных генераторах предписано устанавливать автономные системы объемного пожаротушения, которые самостоятельно устранят возгорание даже без подключения к электросети.

Для обеспечения пожарной безопасности на ДГУ используют системы аэрозольного, порошкового и газового типа. Аэрозольные установки более предпочтительны. Они не представляют опасности для здоровья людей, в отличие от газового пожарного оборудования, и не выводят из строя дорогостоящие электроприборы, как порошковые установки. Аэрозольное облако, попадая в воздух, оставляет осадок в виде сухих хлопьев, которые не приводят к образованию ржавчины и элементарно убираются с любых оснований [2].

Анализ негативных факторов, сопровождающих работу теплоэлектроцентралей (ТЭЦ):

- вредные выбросы в атмосферу;
- разрушение озонового слоя;
- кислотные дожди;
- сточные воды;
- тепловое загрязнение;
- проблемы, связанные с отходами;
- иные загрязнения.

Процесс выработки энергии сопровождается выделением в окружающую среду следящих газов и веществ, опасных для здоровья человека:

- углекислого газа – создающего парниковый эффект и снижающего содержание кислорода в воздухе;
- угарного газа – частой причины летальных исходов при пожарах;
- оксида серы – раздражающего слизистую дыхательных путей и вызывающего опасность заболевания органов дыхания;
- бензапирена – сильного канцерогена, вызывающего развитие онкологических заболеваний;
- оксида азота – токсина, угнетающего дыхание.

Кроме газообразных выбросов, вредные вещества сбрасываются в водоемы в жидком виде, в процессе чего не всегда применяются достаточные меры для очистки сбросов.

Также в воздух попадают твердые частицы следящих компонентов:

- ◇ угольной пыли;
- ◇ сажи;
- ◇ зольных соединений.

Эти вещества негативно влияют на работу органов дыхания и загрязняют окружающую среду.

Дополнительную опасность представляет радиоактивное топливо, используемое в процессе выработки электроэнергии.

При дальнейшем активном использовании тепловых электростанций как более масштабных генераторов электроэнергии становятся неотвратимыми такие последствия:

- количество невозобновляемых природных ресурсов, используемых в качестве топлива, подходит к концу;
- возникает дефицит кислорода из-за выжигания, парниковый эффект;
- происходит деградация водоемов и почв, зараженных выбросами тепловых электростанций;
- изменяется микроклимат и ландшафт прилегающих районов;
- наносится вред качеству жизни и здоровью населения [3].

Выводы

Таким образом, типовые источники генерации электроэнергии энергетической системы Сахалинской области содержат риски экологического загрязнения и угроз здоровью населения. Если инновационные разработки, направленные на совершенствование дизельных установок, частично решают вопросы пожароопасности, вибрации и шума, то вопрос загрязнения окружающей среды они не снимают. Поэтому необходим переход на иные технологии генерации электроэнергии, в том числе с использованием альтернативных источников энергии.

Список литературы

1. О внесении изменений в постановление Правительства Сахалинской области от 24.12.2019 г. № 618 «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2035 года». – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561757065> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Дизельные электростанции и экология. – Режим доступа: <https://www.rentalplus.ru/ecology/> (дата обращения: 20.05.2022).
3. Тепловые электростанции как одни из основных источников загрязнения окружающей среды: влияние на окружающую среду и последствия работы предприятий. – Режим доступа: <https://этна-регионы.рф/problems/vliyanie-tes-na-okruzhayushchuyu-sredu-kratko.html> (дата обращения: 20.05.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 92–98.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 92–98.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Научная статья
УДК 621.31

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Ким Ен Сун¹, Иван Сергеевич Журавлёв²

¹ Кандидат экономических наук, г. Южно-Сахалинск, Россия, kim.sofia2011@yandex.ru

² Студент 1-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, crane_ivan2004@mail.ru

Аннотация. Использование стабилизаторов тока на полевых транзисторах повышает общую эффективность электрической сети. Для их работы необходимо выстроить систему управления потоками электрической энергии.

Ключевые слова: электрическая энергия, микроконтроллер, стабилизатор, полевые транзисторы.

Для цитирования: Ким Ен Сун, Журавлёв И. С. Управление потоками электрической энергии с помощью микроконтроллера и использования полевых транзисторов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 92–98.

ELECTRIC POWER INDUSTRY

Original article

CONTROL OF ELECTRIC ENERGY FLOWS USING A MICROCONTROLLER AND THE USE OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS

Kim Yen Soon¹, Ivan S. Zhuravlev²

¹ Doctor of economic sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kim.sofia2011@yandex.ru

² 1st year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, crane_ivan2004@mail.ru

Abstract. The use of current stabilizers on field-effect transistors increases the overall efficiency of the electrical network. For their operation, it is necessary to build a system for controlling the flow of electrical energy.

Key words: electric energy, microcontroller, stabilizer, field-effect transistors

For citation: Kim Yen Soon, Zhuravlev I. S. Control of electric energy flows using a microcontroller and the use of field-effect transistors // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 92–98.

Введение

В настоящее время выделяют несколько важных направлений в развитии электроэнергетики: солнечная электростанция, принцип действия которой основан на сборе сконцентрированной солнечной энергии с помощью зеркал и отражений лучей на

приемники, преобразовывающие ее в электрическую энергию с помощью генератора; водородная электростанция, принцип работы которой основан на окислении водорода, за счет чего идет превращение химического топлива в электричество; ветряная электростанция, принцип работы которой основан на

движении воздушных масс [1–5]. С целью демонстрации работы сразу трех электростанций создадим макет энергонезависимого поселка городского типа в масштабе 1 : 86 и подключим для каждого участка разные типы электрических станций.

Снижение мгновенной мощности электростанции необходимо для того, чтобы регулировать напряжение в сети и не позволять ему превышать установленных значений [7]. С этой целью используют следующие стабилизаторы:

1. Линейный стабилизатор, представляющий собой делитель напряжения, на вход которого подается нестабильное напряжение, а на выходе стабильное. При этом стабилизация происходит путем изменения сопротивления.

2. Импульсный стабилизатор, который накапливает электроэнергию при закрытии электрической сети, а после размыкания сети выполняется передача напряжения. Это позволяет избежать скачков и значительно снизить напряжение, соответственно и мощность тоже.

Изучив данные способы, наиболее подходящим стабилизатором для макета энергонезависимого поселка является импульсный, так как его КПД выше линейного, а система не критична к пульсациям тока. Для того чтобы собрать импульсный стабилизатор, необходимо:

- 1) полевой транзистор, принцип действия которого основан на управлении электрическим полем. Этот транзистор почти не потребляет тока управления, что снижает потери управления и искажения сигнала;

- 2) конденсатор, который накапливает энергию для сглаживания напряжения;

- 3) микроконтроллер, принцип действия которого основан на управлении транзистором и отслеживании уровня напряжения в сети.

При выборе подходящего стабилизатора в будущем макете необходимо учитывать следующие моменты:

- во-первых, на макете будут установлены электростанции разных типов (солнечная электростанция 18 В, ветряная электростанция до 30 В, водородная до 25 В), а это значит, что они все будут выдавать разное напряжение. Для того чтобы привести все значения к одинаковому, то есть 13,8 В (такое напряжение выбрано для простоты работы резервных источников питания, таких, как свинцово-кислотные аккумуляторы, напряжение которых 11–13,8 В), потребуется стабилизатор;

- во-вторых, для создания макета энергонезависимого поселка нужно, чтобы устройство было небольших размеров, легко достигалась стабилизация, имело высокий КПД, включение стабилизатора происходило мяг-

ко (постепенно) и отсутствовала чувствительность к качеству входного напряжения.

Для создания устройства регулирования вырабатываемой мощности электростанции (импульсного стабилизатора) потребуется микроконтроллер, а также понадобится малая макетная плата, которая удобна в создании своих проектов, так как с помощью нее можно собирать достаточно сложные схемы без использования паяльника, что сильно упрощает создание проекта. В макетную плату необходимо подсоединить следующие элементы:

1. Полевой транзистор с изолированным затвором, который используется для усиления электрического сигнала. Использование полевых транзисторов является очень выгодным, поскольку для цепей управления требуются небольшие мощности и в кристалле микросхемы можно размещать десятки тысяч транзисторов. Данный прибор состоит из трех элементов: истока, стока и затвора. Преимущество полевого транзистора с изолированным затвором заключается в более высоком входном сопротивлении, а это расширяет возможности применения его в высокоточных устройствах и аппаратуре, критичной к электрическим режимам.

2. Входной и выходной конденсатор – это устройства, которые способны накапливать электрический заряд и хранить его некоторое время. Эти устройства состоят из двух металлических пластин, между которыми имеется небольшой слой диэлектрика. Кроме того, конденсаторы могут предотвратить критическую просадку напряжения, выдав большую мгновенную мощность, предварительно накопив ее.

3. Диод – это полупроводниковый прибор, пропускающий ток в одном направлении, то есть не дает ему идти обратно ко входу.

4. Биполярный транзистор – это элемент, используемый для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов.

5. Потенциометр – это переменный резистор, с помощью которого можно задать напряжение выхода в определенных пределах (0–13,8 В).

С целью запуска устройства нужно провести его программирование. Для этого будет использоваться программа "Arduino IDE", где "IDE" расшифровывается как интегрированная среда программирования. Благодаря ей написанный скетч превращается в язык программирования «C++», который имеет богатую стандартную библиотеку, распространенные алгоритмы [9]. Также этот язык программирования сочетает свойства как высокоуровневых, так и низкоуровневых языков.

Для тестирования собранного стабилизатора потребуется подключить устройство к солнечной электростанции, ветряной элек-

тростанции, водородной электростанции по очереди. Для этого необходимо осуществить следующие действия:

- 1) подключение стабилизатора к солнечной электростанции;
- 2) подключение собранного устройства к ветряной электростанции;
- 3) подключение стабилизатора к водородной электростанции.

Чтобы проверить работоспособность устройства, была взята малая макетная плата с двумя плюсовыми шинами и с двумя минусовыми шинами, одна из которых обозначена входной, а другая выходной. Данная плата является современным вариантом создания прототипов и обладает следующими преимуществами:

- возможность изменения модификаций схем и способов подключения устройств;
- возможность соединять несколько плат в одну большую, а это позволяет работать с более сложными и большими проектами;
- простота и быстрота создания прототипов;
- надежность и долговечность.

К малой плате необходимо подключить следующие устройства для регулирования вырабатываемой мощности электростанции.

1. Контроллер "Arduino", преимуществами которого являются невысокая цена и возможность самостоятельной сборки; универсальность; несложное управления для новичков; большое количество информации в сети (обучающие видео, обзоры, понятные инструкции); наличие кнопок, индикаторов и других устройств, которые обеспечивают взаимодействие контроллера с окружающей средой; простой процесс разработки системы и ее отладки (см. рис. 1). Данный контроллер имеет 14 цифровых входов и выходов, в которых шесть

могут использоваться как широтно-импульсная модуляция (ШИМ), а также есть шесть аналоговых выходов. С помощью чипа можно превратить его в любое USB-устройство. Рекомендованное напряжение 7–12 В.

2. Полевой транзистор с изолированным затвором (рис. 2). В данном транзисторе имеется полупроводниковый кристалл, играющий роль подложки, в которую на некотором удалении друг от друга внедрены две области истока и стока. Функцию затвора выполняет металлический вывод, который, отделяясь от кристалла слоем диэлектрика, не контактирует с ним электрически. В конструкции полевых транзисторов используется три типа материалов: диэлектрик, полупроводник, металл. Данные транзисторы очень чувствительны к внешним электрическим полям, что заставляет соблюдать меры предосторожности при работе с ним, так как даже малое статическое электричество способно повредить полевой транзистор.

3. Входной и выходной конденсатор, их мы ставим на входе и выходе преобразователей напряжения. Функцией конденсаторов является фильтрация пульсации в цепях питания, то есть они служат своего рода амортизаторами, которые могут сгладить неровности напряжения. Схема подключения конденсатора выглядит следующим образом (рис. 3).

4. Диод, который используется в установке для движения тока в одну сторону, пропуская ток в прямом направлении от анода к катоду (рис. 4).

5. Биполярный транзистор, который используется в установке, так как пины на контроллере "Arduino" не способны выдавать ток больше 40 мА и напряжение больше 5 В, а этого недостаточно. Поэтому с помощью это-

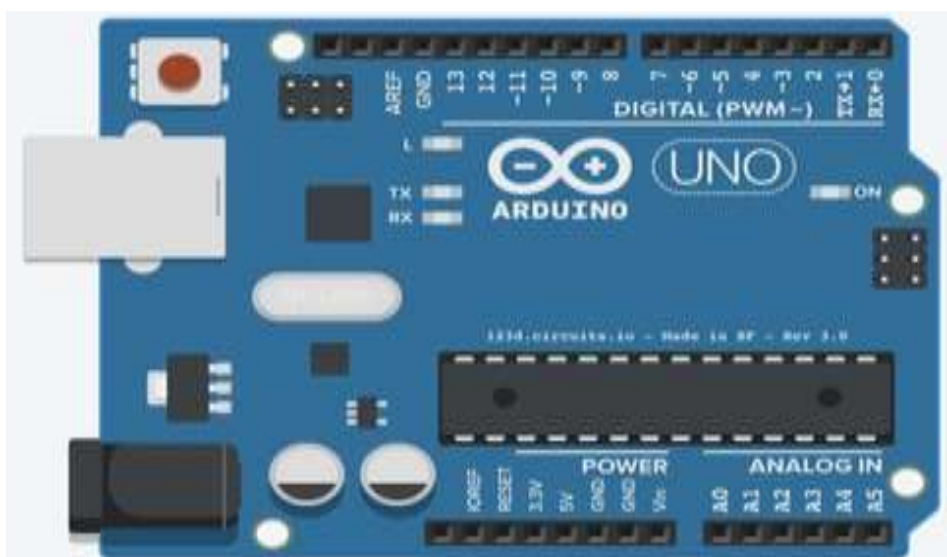


Рис. 1. Контроллер "Arduino"

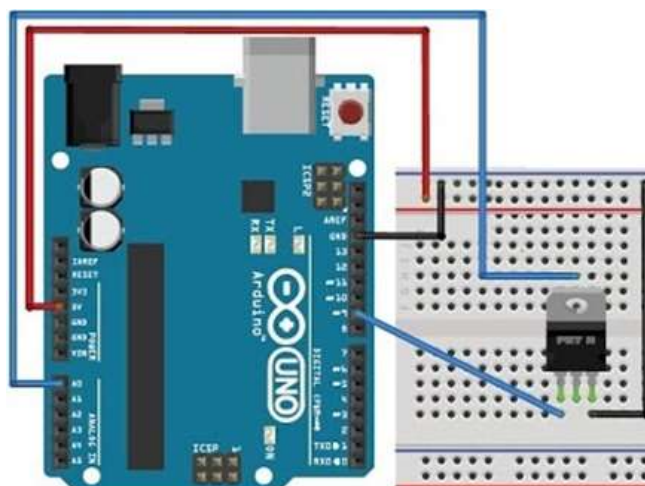


Рис. 2. Подключение полевого транзистора

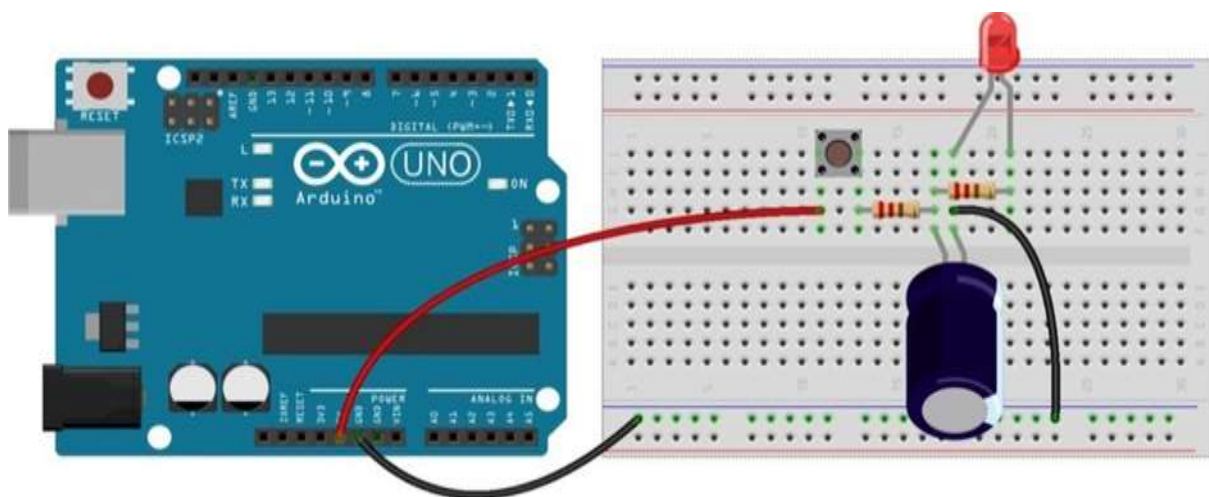


Рис. 3. Подключение конденсатора

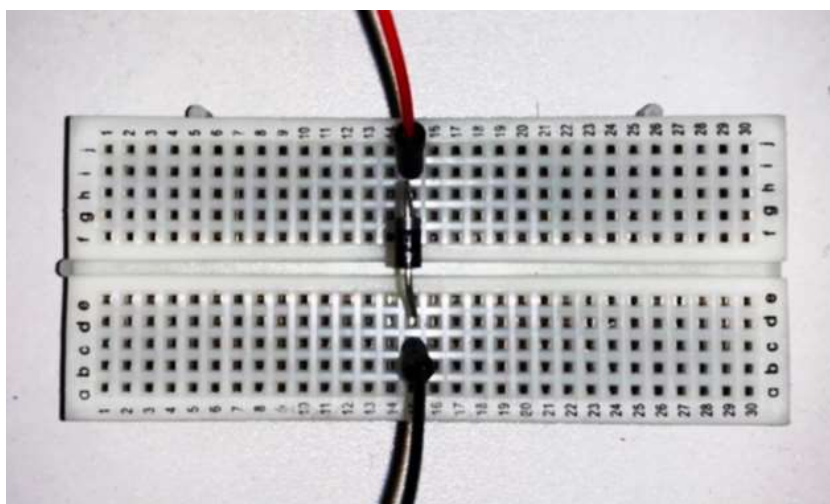


Рис. 4. Подключение диода

го транзистора можно включать электрические цепи до 50 В и пропустить ток до 250 мА (рис. 5).

6. Потенциометр, который может изменять свои значения непрерывно и, как правило, в более узком диапазоне. Основной его функцией является задавать выходное напряжение. Схема подключения потенциометра представлена на рисунке 6.

Для приведения макета в действие необходимо использовать программу "Arduino IDE", в которой прописываются следующие команды:

1) `float pot = 0;` – данную команду используем для того, чтобы задать нужное напряжение от 0 до 13.8 В;

2) `float volt = 0;` – данная команда задает напряжение, которое выдается в реальности от 0 до 13.8 В;

3) `int pwm = 0;` – данная команда отправляет сигнал на транзистор 0–255 дБ;

4) `double time_stamp = 0;` – счетчик для таймера вывода на экран;

5) `void setup(){};`

6) `pinMode(A0, INPUT);` – данная команда нужна для запуска потенциометра;

7) `pinMode(A1, INPUT);` – данная команда позволяет измерять напряжение на выходе;

8) `pinMode(3, OUTPUT);` – данная команда используется для подачи сигнала на транзистор;

9) `Serial.begin(9600);` – данная команда служит определением скорости порта для вывода на экран;

10) `};`

11) `void loop(){};`

12) `pot = analogRead(A0) / 1024.0 * 13.8;` – показания потенциометра, которые должны выводиться;

13) `volt = analogRead(A1) / 1024.0 * 5 * 3.2;` – показания вольтметра на выходе, которые должны выводиться;

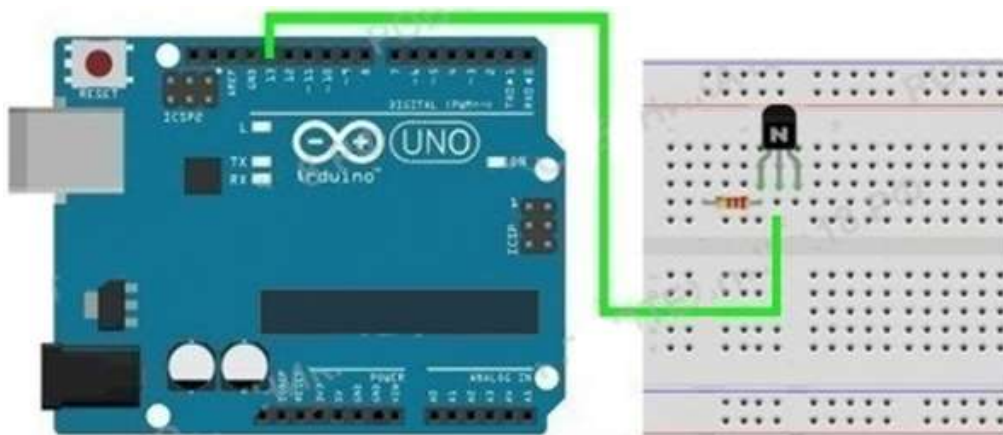


Рис. 5. Подключение биполярного транзистора

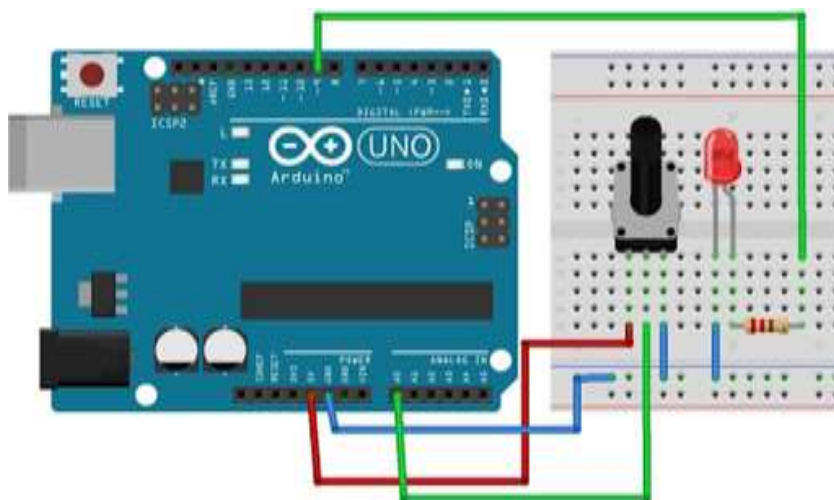


Рис. 6. Подключение потенциометра

14) if(pot>volt) – данная команда обеспечивает сравнение потенциометра с напряжением выхода;

15) {;

16) pwm++; – данная команда обозначает общие сведения о широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и хранит ширину импульса +1, которую мы можем увидеть на осциллографе;

17) };

18) else – данная команда позволяет делать так, чтобы можно было сразу осуществлять несколько взаимоисключающих проверок, а каждая проверка позволяет перейти к следующей за ней команде не раньше, чем получит логический результат «истина»;

19) {;

20) pwm--; – данная команда несет такую же функцию как в 18 пункте, только хранит ширину импульса -1;

21) };

22) if (pwm<0){pwm = 0;} – данная команда не дает импульсному сигналу стать ниже 0;

23) if (pwm>255){pwm = 255;} – данная команда не дает импульсному сигналу стать больше 255, потому что ШИМ на Arduino 8 бит ($2^8 = 256$);

24) analogWrite(3,pwm); – данная программа подает сигнал на 3-й пин;

25) if(millis()-time_stamp>1000) – данная команда задает выполнение 29-й и 30-й строчки раз в 1000 миллисекунд;

26) {;

27) Serial.println(«Требуется:» + String(pot) + «В; Измеренное:» + String(volt)+ «В;»); – дан-

ная команда выводит информацию на экран;

28) time_stamp = millis(); – данная команда сбрасывает счетчик миллисекунд;

29) };

30) }.

Собрав импульсный стабилизатор и запрограммировав его, создаем макет энергонезависимого поселка городского типа, который позволяет регулировать вырабатываемую мощность и напряжение с электростанций. Собранное устройство представлено на рисунке 7.

Проанализировав работоспособность собранного импульсного стабилизатора, получают следующие данные.

1. При подключении устройства к солнечной электростанции, констатируем, что его максимальная выходная мощность составила 15 Вт, напряжение без нагрузки – 20 В, сила тока – 0,75 А.

2. При подключении устройства к ветряной электростанции мощность составила 10 Вт, напряжение получилось 13,8 В, а сила тока 0,7 А.

3. При подключении устройства к водородной электростанции мощность устройства составила 15 Вт, напряжение 25 В, а сила тока 0,6 А.

Выводы

В процессе работы над проектом было создано устройство для снижения и повышения мгновенной мощности (импульсный стабилизатор), благодаря которому можно регулировать мощность электростанции. При его внедрении в макет поселка городского типа была

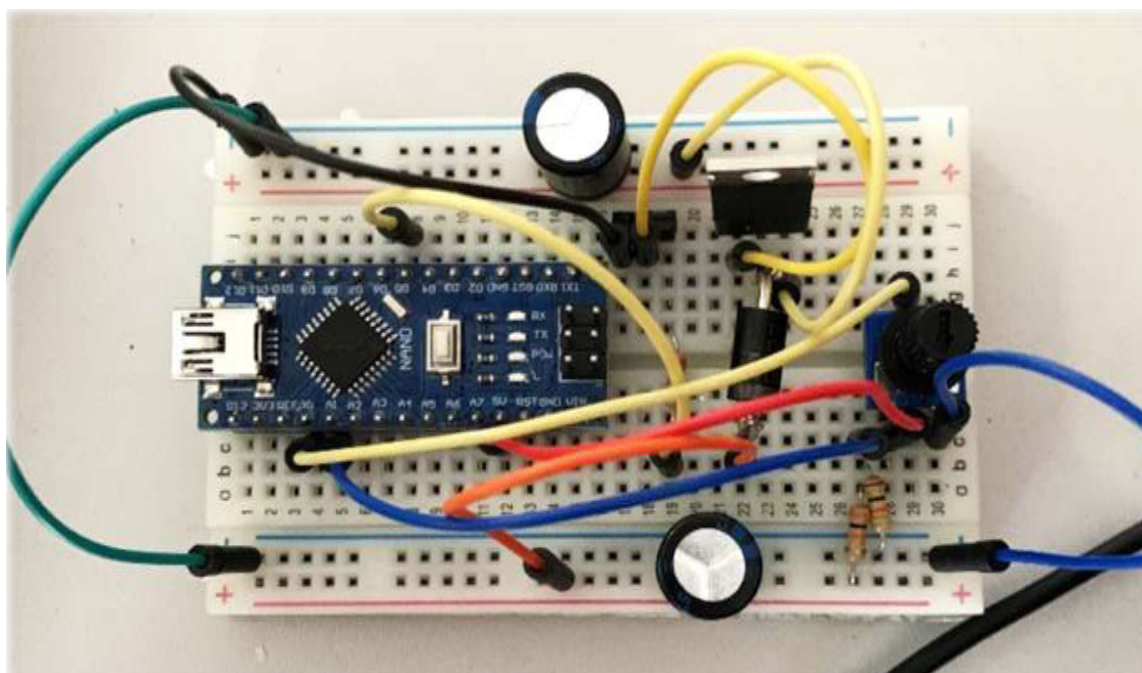


Рис. 7. Собранное устройство

решена проблема перегрузки одних компонентов источников энергии и простоев других.

Список литературы

1. Беликов, В. А. Образование. Деятельность. Личность / В. А. Беликов. – Москва : Академия естествознания, 2010. – 259 с. – Текст : непосредственный.
2. Зализный, Д. И. Микроэлектронные и микропроцессорные устройства в энергетике : учебное пособие / Д. И. Зализный. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 194 с. – Текст : непосредственный.
3. Константинов, А. Ф. Общая энергетика : учебное пособие / А. Ф. Константинов. – Якутск : СВФУ, 2020. – 272 с. – Текст : непосредственный.
4. Кулагина, В. А. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса / В. А. Кулагина. – Москва : ИНЭИ РАН, 2020. – 320 с. – Текст : непосредственный.
5. Ларькин, А. В. Энерджиквантум: тул-кит / А. В. Ларькин. – Москва : Фонд новых форм развития образования, 2019. – 116 с. – Текст : непосредственный.
6. Макарова, А. А. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина. – ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО. – Москва, 2019. – 210 с. – Текст : непосредственный.
7. Сагадеева, Г. А. Курс внеурочной деятельности «Альтернативные источники энергии» / Г. А. Сагадеева, В. Н. Харламов. – Москва : ИнЭнерджи, 2016. – 215 с. – Текст : непосредственный.
8. Солнечная энергетика в техносфере России : [сайт]. – URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere> (дата обращения: 24.10.2020). – Текст : электронный.
9. Программирование Ардуино с нуля. Arduino для начинающих [Электронный ресурс]. – URL: https://youtu.be/E0b2yukhZ_Q

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

**ТЕХНОСФЕРНАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ:
АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ,
УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА**

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 100–107.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 100–107.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64–25)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ МАСТЕРА МАНИКЮРА
НА ПРИМЕРЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ПО БЫТОВОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НАСЕЛЕНИЯ
Г. ЮЖНО-САХАЛИНСКА

Наталья Федоровна Двойнова¹, Елена Вячеславовна Ефанова²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Efanova-2015@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводится исследование основных эксплуатационных свойств приточно-вытяжной вентиляции, используемой на рабочем месте мастера маникюра. Тема имеет особую актуальность, так как создание благоприятного микроклимата в организациях является необходимым условием эффективной деятельности работающего персонала.

Ключевые слова: вентиляция, воздухообмен, приточно-вытяжная вентиляция

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Ефанова Е. В. Разработка системы вентиляции для мастера маникюра на примере учреждения по бытовому обслуживанию населения г. Южно-Сахалинска // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 100–107.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

DEVELOPMENT OF A VENTILATION SYSTEM FOR A MANICURE MASTER
ON THE EXAMPLE OF A HOUSEHOLD SERVICE INSTITUTION
IN YUZHNO-SAKHALINSK

Natalia F. Dvoynova¹, Elena V. Efanova²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 3rd year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Efanova-2015@mail.ru

Abstract. This article provides a study of the main operational properties of the supply and exhaust ventilation used at the workplace of a manicurist. The topic is of particular relevance, because the creation of a favorable microclimate in organizations is a necessary condition for the effective operation of the working staff.

Key words: ventilation, air exchange, supply and exhaust ventilation

For citation: Dvoynova N. F., Efanova E. V. Development of a ventilation system for a manicure master on the example of a household service institution in Yuzhno-Sakhalinsk // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 100–107.

Введение

Эффективная система воздухообмена в рабочем помещении важна как для работников, так и для работодателей, так как обеспечивает приток свежего воздуха и удаляет загрязненный. При отсутствии вентиляции в рабочих помещениях повышается концентрация вредных веществ, что вызывает головные боли, сонливость и отрицательно сказывается на трудоспособности рабочих.

Система вентиляции – это движение воздуха между внешней средой и замкнутым пространством [1, 4, 12]. В связи с неэффективной работой вентиляции у работников в организациях Российской Федерации в 2018 г. выявлены следующие заболевания, представленные на рисунке 1.

Рассмотрим основные виды вентиляции:

– естественная приточно-вытяжная вентиляция, главный вентиляционный агрегат которой расположен в верхней центральной части дома. Приточные воздуховоды распо-

ложены на границе гостиной, а вытяжные – в ванных комнатах, кухне;

– диффузоры (внешняя часть воздуховода) изготовлены из тонкого пластикового листа и действуют как распределители чистого воздуха;

– принудительная приточно-вытяжная вентиляция, принцип действия которой основан на взаимодействии двух разных воздушных потоков, которые проходят через установленные воздуховоды [2].

В 86 % случаях наибольшую распространенность на предприятиях получило применение приточно-вытяжной вентиляции, снабженной рекуператорами, предназначенными для прогрева входящих потоков за счет тепла исходящих (рис. 2). При этом смешивания воздушных масс не происходит и в здание проникает только чистый воздух [2, 3].

Разберем недостатки и достоинства приточно-вытяжной вентиляции, представленные в таблице 1.

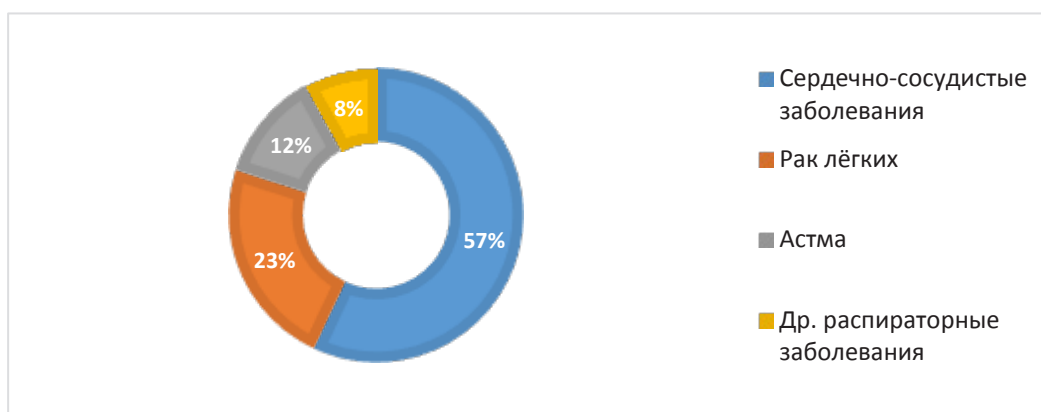


Рис. 1. Статистика заболеваемости у работников в организациях Российской Федерации в 2018 г., связанной с неэффективной работой вентиляции

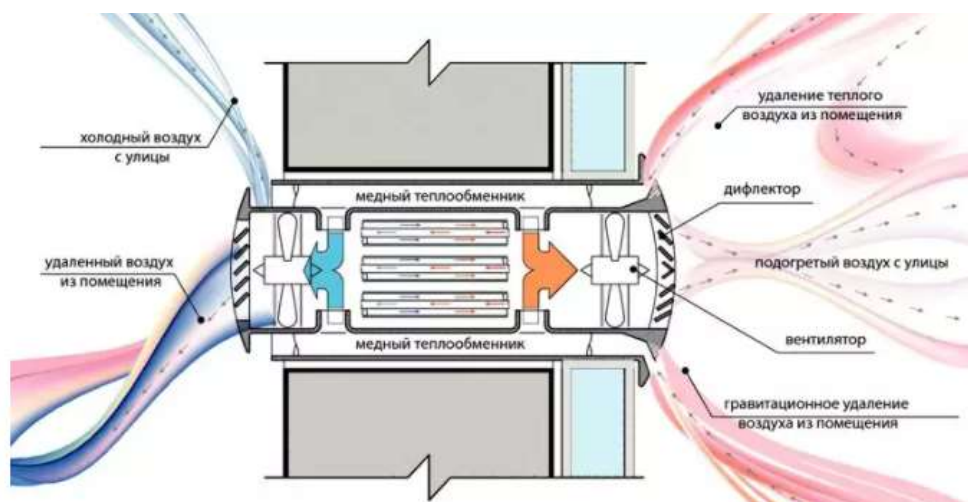


Рис. 2. Рекуператор в приточно-вытяжной системе вентиляции

Таблица 1

Недостатки и достоинства приточно-вытяжной вентиляции*

Недостатки	Достоинства
• Высокая стоимость; • сложная схема циркуляции воздушных масс; • необходимость отдельного помещения для установки основного оборудования; • высокий уровень шума; • увеличение энергозатрат	• Высокое качество очистки воздуха в помещении и постоянное его поддержание на комфортном для человека уровне; • система вентилирования выполнена из экологически безопасных материалов и компонентов, оснащена несколькими фильтрами для качественной очистки воздуха; • наличие электронных датчиков, способствующих автоматическому определению степени очистки поступающего воздуха; • абсолютная безопасность данной системы

* *Примечание:* составлено авторами.

В настоящее время на рынке представлен широкий выбор приточно-вытяжных вентиляций различных производителей, наиболее популярные из которых показаны в таблице 2.

Таким образом, исходя из анализа данных таблицы 2, наилучшими характеристиками обладает рекуператор Vakio Base, который способен качественно очищать воздух в помещении, своевременно и в необходимых объемах обеспечивать приток свежего воздуха и утилизацию отработанного; прокачать любые объемы воздушных масс. При всех своих особенностях установки и эксплуатации приточно-вытяжная система является достойным решением вентилирования любых помещений, связанных с жизнедеятельностью человека.

Методы и материалы

Исходя из имеющихся данных и требований, которые предъявляются нормативными документами к сфере услуг, необходимо определить необходимый объем воздуха, который нужно удалить из помещения, и объем воздуха, который нужно подать в помещение, для того чтобы обеспечить отсутствие вредных веществ, запахов и прочего в воздухе [6, 7].

Для реализации принимается решение о необходимости создать приточно-вытяжную систему вентиляции с механическим побуждением. Она предполагает наличие приточной вентиляционной системы и отдельной вытяжной вентиляционной системы со своими индивидуальными вентиляторами (рис. 3) [9].

Для того чтобы подобрать вентиляторы, которые обеспечат по своим характеристи-

Таблица 2

Сравнительная характеристика некоторых систем приточно-вытяжных вентиляций*

	Vakio Base	Marley MEnV-180	Blauberg Winzel Expert
Цена, руб.	22900	29900	27900
Размеры, Ш x В x Г мм	550 x 300 x 250	240 x 240 x 50	235 x 285 x 68
Расход воздуха, м³/ч	От 20 до 120	От 16 до 40	От 15 до 50
КПД, %	Не менее 80	От 79,1 до 85 %	От 82 до 97 %
Уровень шума, дБ	От 25 до 40	От 22 до 35	От 11 до 21
Номинальная мощность, Вт	18	От 3,5 до 7	До 4,2
Подавление уличного шума, дБ	40	39	42
Вес, кг	6,4	5	7,28

* *Примечание:* составлено авторами.

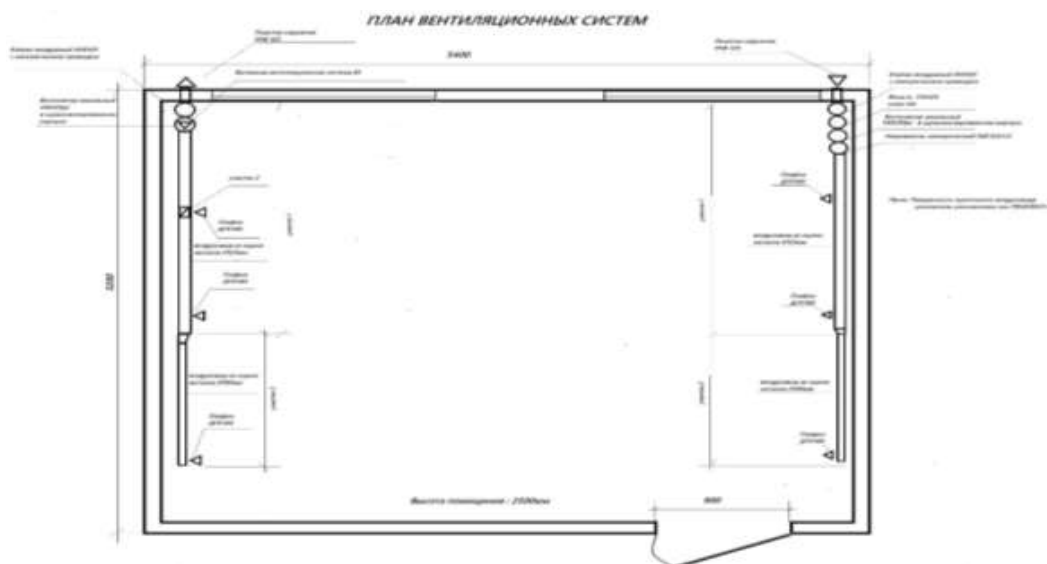


Рис. 3. План вентиляционной сети

кам требуемую подачу или удаление объема воздуха, необходимо произвести аэродинамический расчет.

Целью данного аэродинамического расчета является расчет полного падения сети и подбор вентилятора, который по своим параметрам при заданном падении давления будет убирать количество воздуха.

Результаты исследования

В аэродинамической системе принимают во внимание [5]:

- длина воздуховодов электровентиляционных систем;
- количество установленных вентиляционных элементов, в том числе вентилятор, воздушный клапан и пр.;
- фасонные изделия, установленные по линии вентиляционной сети;
- воздухораспределительные устройства.

Коэффициент местного сопротивления сети принять равным 1,2 [10]:

$$\zeta = 1,2.$$

Материал воздуховодов – оцинкованный металл.

Класс воздуховодов N – нормальный.

Расчет аэродинамического падения давления в вытяжной вентиляционной сети.

Расчет вентиляционной сети.

Участок № 1:

$l = 1,8$ м, требуется переместить $210 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха,

где: l – длина участка воздуховода.

Расчет площади проходного сечения участка:

$$S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 0,062^2 = 0,012 \text{ м}^2 \quad (1),$$

где: π – постоянное число, равное 3,14; r – радиус трубы, используемой для вентиляционной сети на определенном участке.

Расчет скорости воздушного потока на участке за 1 ч.:

$$V = Lk/t/S = 210/3600/0,12 = 4,8 \text{ м/с} \quad (2),$$

где: Lk – воздухообмен; t – время; S – площадь сечения воздуховода.

Расчет падения давления на участке:

$$P = P_{mc} + P_i, \quad (3)$$

$$P_i = l \cdot \zeta, \quad (4)$$

$$P_{mc} = 3 \cdot 16,94 = 50,82 \text{ Па}$$

$$P = P_{mc} + P_i = 3 \cdot 16,94 + 1,8 \cdot 1,2 = 53 \text{ Па},$$

где: P_{mc} – количество местных сопротивлений, равное 3 (один тройник, вентиляционный канал, переход), постоянная величина для определенной сети; l – длина участка воздуховода; ζ – коэффициент местного сопротивления участка, усредненное сопротивление, является постоянной величиной для определения сети.

Участок № 2:

$l = 1,7$ м, требуется переместить $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха,

где: l – длина участка воздуховода.

Расчет падения давления на участке:

$$P_{mc} = 3 \cdot 9,32 = 27,96 \text{ Па}$$

$$P = P_{mc} + P_i = 3 \cdot 9,32 + 1,7 \cdot 1,2 = 30 \text{ Па},$$

где: 9,32 – расчетное сопротивление участка, усредненное сопротивление, является постоянной величиной для определения сети.

Участок № 3:

$l = 1,3$ м, требуется переместить 110 м^3 воздуха,

где: l – длина участка воздуховода.

Расчет падения давления на участке:

$$P_{mc} = 2 \cdot 11,72 = 23,44 \text{ Па}$$

$$P = P_{mc} + P_i = 2 \cdot 11,72 + 1,3 \cdot 1,2 = 25 \text{ Па},$$

где: P_{mc} – количество местных сопротивлений, равное 2 (один тройник, участок воздуховода), 11,72 – расчетное сопротивление участ-

ка, усредненное сопротивление, является постоянной величиной для определения сети.

Полученные значения падения давления на участках вентиляционной сети вносим в таблицу 3,

где: l , м – длина участка с одинаковым расходом воздуха (согласно чертежу);

L , м³ – расход воздуха на расчетном участке [11];

A , мм – сечение воздуховода (согласно чертежу).

$P_{mc} + P_i$, Па – сумма потерь давления на местных участках и по длине воздуховода (потеря давления на указанном участке вентиляционной сети) [8];

сумма $P_{mc} + P_i$, Па – общая потеря давления в сети.

При расчете вентиляционной сети принимаются во внимание такие параметры, как скорость воздушного потока в воздуховоде и в конечном итоге на воздухораспределительных устройствах.

Таблица 3

Расчет аэродинамического падения давления в вытяжной вентиляционной сети*

№ участка	l , м	L , м ³	Тип сечения	A , мм	V , м/с	S , м ²	Материал	МС	$P_{mc} + P_i$, Па	Сумма ($P_{mc} + P_i$), Па
1.	1,8	210	Круглый	125	4,8	0,012	Оцинкованный металл	3	53	53
2.	1,7	100	Круглый	100	3,5	0,008	Оцинкованный металл	3	30	83
3.	1,3	110	Круглый	100	3,8	0,008	Оцинкованный металл	3	25	108

* *Примечание:* составлено авторами.

Тип сечения: круглое сечение выбрано из расчета того, что воздуховод круглого сечения имеет меньшее удельное сопротивление по отношению к прямоугольному воздуховоду, что лучше в части воздухообмена и шумовой нагрузки;

V , м/с – приведенная скорость в воздуховоде (рассчитываемая скорость в воздуховоде не должна превышать справочных данных, в нашем случае не более 5 м/с) [33];

S , м² – площадь поверхности расчетного участка;

материал – материал, из которого изготовлен воздуховод;

МС – количество местных сопротивлений на участке (тройники, решетки, плафоны согласно плану);

Под воздухораспределительными устройствами предполагаются: вентиляционные плафоны или решетки – это устройства, через которые подается или забирается воздух из помещения.

Сумма $P_{mc} + P_i$:

1. $53 + 30 = 83$ Па.

2. $83 + 25 = 108$ Па.

Суммарная потеря давления в вытяжной вентиляционной сети составляет 108 Па.

Данное значение применяем для подбора вентилятора.

Подбор вентилятора по рабочей точке.

Исходные параметры:

– требуемый объем воздуха 210 м³/ч;

– общая потеря давления сети 108 Па (рис. 4).

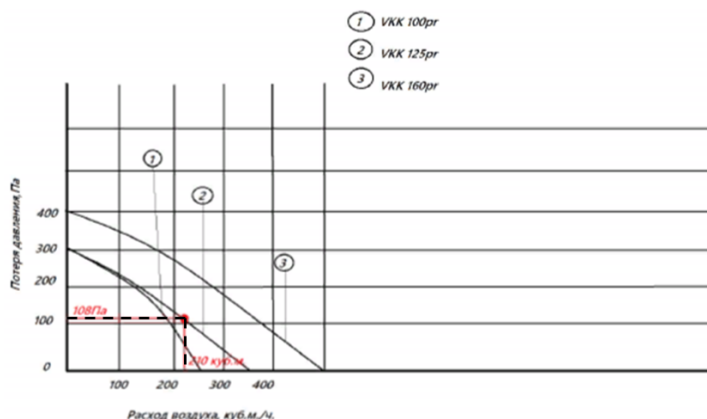


Рис. 4. График аэродинамических характеристик вентилятора

Аэродинамическая таблица приведена из каталога производителя «НЕВАТОМ», Россия.

Изогнутые линии – реальные кривые полного давления вентилятора.

Пунктиром выделены линии полного падения давления, которые имел бы вентилятор, если бы он работал с переменной частотой вращения, но при постоянной мощности.

По точке пересечения с одной линией (VKK100pr) электродвигатель будет перегружен и при длительной работе может выйти из строя.

По точке пересечения со второй линией (VKK125pr) электродвигатель будет работать с запасом мощности.

Это значит, что при необходимости перемещать 210 м³/ч воздуха данный вентилятор способен, в том числе и при падении давления в 108 Па.

По определенной рабочей точке применяем вентилятор канальный круглый, тип VKK125pr. Производство ООО НПО «НЕВАТОМ» (рис. 5).

Расчет аэродинамического падения давления в приточной вентиляционной сети.

Расчет вентиляционной сети.

Участок № 1:

$l = 2,5$ м, требуется переместить 140 м³/ч воздуха,

где: l – длина участка воздуховода.

Расчет площади проходного сечения участка:

$$S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 0,062^2 = 0,012 \text{ м}^2.$$

Расчет скорости воздушного потока на участке:

$$V, \text{ м/с} = L/3600/S = 140/3600/0,012 = 3,2 \text{ м/с}.$$

Расчет падения давления на участке:

$$P_{mc} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ Па}$$

$$P = P_{mc} + P_i = 5 \cdot 10 + 2,5 \cdot 1,2 = 53 \text{ Па},$$

где: P_{mc} – количество местных сопротивлений, равное 5 (один тройник, вентиляционный канал, клапан, фильтр, нагреватель), постоянная величина для определенной сети; 10 – расчетное сопротивление участка, усредненное сопротивление, является постоянной величиной для определения сети.



Рис. 5. Вентилятор VKK125pr

Участок № 2:

$l = 2$ м, требуется переместить 75 м³/ч воздуха,

где: l – длина участка воздуховода.

Расчет падения давления на участке:

$$P_{mc} = 3 \cdot 10,2 = 30,6 \text{ Па}$$

$$P = P_{mc} + P_i = 3 \cdot 10,2 + 2 \cdot 1,2 = 33 \text{ Па},$$

где: P_{mc} – количество местных сопротивлений равно 3 (один тройник, фильтрующая вставка, клапан воздушный); 10,2 – расчетное сопротивление участка, усредненное сопротивление, является постоянной величиной для определения сети.

Полученные значения падения давления на участках вентиляционной сети проставляем в таблице 4, где: l , м – длина участка с одинаковым расходом воздуха (согласно чертежу); L , м³ – расход воздуха на расчетном участке; A , мм – сечение воздуховода (согласно чертежу); V , м/с – приведенная скорость в воздуховоде (рассчитываемая скорость в воздуховоде не должна превышать справочных данных, в нашем случае не более 5 м/с); S , м² – площадь поверхности расчетного участка; MC – количество местных сопротивлений на участке (тройники, решетки, плафоны согласно плану); $P_{mc} + P_i$, Па – сумма потерь давления на местных участках и по

Таблица 4

Расчет аэродинамического падения давления в приточной вентиляционной сети*

№ участка	l , м	L , м³	Тип сечения	A , мм	V , м/с	S , м²	Материал	MC	$P_{mc} + P_i$, Па	Сумма ($P_{mc} + P_i$), Па
1.	2,5	140	Круглый	125	3,2	0,012	Оцинкованный металл	5	53	53
2.	2	75	Круглый	100	2,6	0,008	Оцинкованный металл	3	33	86

* Примечание: составлено авторами.

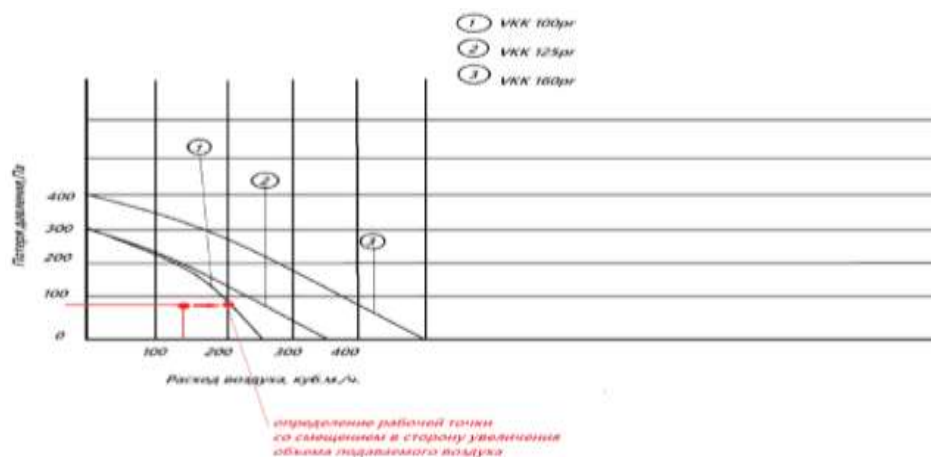


Рис. 6. График аэродинамических характеристик вентилятора

длине воздуховода (потеря давления на указанном участке вентиляционной сети); сумма $P_{mc} + P_i$, Па — общая потеря давления в сети.

Так же, как и в расчете вытяжной вентиляционной сети, при расчете принимаются во внимание такие параметры, как скорость воздушного потока в воздуховоде и в конечном итоге на воздухораспределительных устройствах.

Сумма $P_{mc} + P_i$:

1. $53 + 33 = 86$ Па.

Суммарная потеря давления в приточной вентиляционной сети составляет 86 Па.

Данное значение применить для подбора вентилятора.

Подбор приточного вентилятора по рабочей точке.

Исходные параметры:

— требуемый объем воздуха 140 м³/ч;

— общая потеря давления сети 86 Па (рис. 6).

Аэродинамическая таблица приведена из каталога производителя «НЕВАТОМ», Россия.

Давление падения 86 Па.

По графику определяем рабочую точку.

Применяем вентилятор с необходимыми

параметрами. Его рабочая точка будет смещена, так как необходимо попасть в аэродинамическую кривую, которая проходит под цифрой один. Вентилятор типа VKK100pr представлен на рисунке 7.

Для того чтобы обеспечить требуемый воздухообмен, рекомендуется применить регулятор скорости.

Регулятор скорости — электронный элемент, который управляет скоростью вращения самого вентилятора.

Если нет необходимости получать излишний воздух в помещение, регулятором скорости мы можем установить требуемую скорость, таким образом отрегулировать объем, который нам необходим в помещении.

Возможные варианты применения регуляторов.

По типу управления:

— симисторный МТУ0.5А, плавная регулировка скорости (рис. 8);

— трансформаторный RTRE0,5А, ступенчатое регулирование скорости (рис. 9).

Имея рассчитанную потерю давления и ку-



Рис. 7. Вентилятор VKK100pr



Рис. 8. Регулятор скорости МТУ0.5А



Рис. 9. Регулятор скорости RTRE0,5A

батуру воздуха, которую необходимо подать или удалить из помещения, в техническом каталоге производителя на соответствующем разделе по типу вентиляторов высчитываем модель вентилятора для вытяжной и приточной систем вентиляции, которая может быть применима в данном случае.

Выводы

В работе были рассмотрены проблемы запыленности и высокого содержания химических веществ в воздухе в студии красоты "LAnail", и нами отмечено, что система вентиляции нуждается в доработке.

По результатам специальной оценки условий труда химическому показателю был присвоен класс 3.1, что означает наличие риска профессиональных заболеваний, и в этой ситуации без качественной системы вентиляции не обойтись.

При расчете аэродинамического падения давления в вентиляционной сети было определено, что для бесперебойной работы в вытяжной вентиляционной сети потребуется вентилятор типа VKK125pr, а для приточной вентиляционной сети – VKK100pr и регулятор скорости, для установки требуемой скорости.

В работе были рассмотрены характеристики систем вентиляции, выявлена наиболее подходящая система для помещения, в котором оказываются услуги маникюра, педикюра и наращивания ногтей.

Список литературы

1. Беккер, А. Системы вентиляции /

А. Беккер ; перевод Л. Н. Казанцевой. – Москва : Техносфера, Евроклимат, 2007. – 240 с.

2. Бондарь, Е. С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е. С. Бондарь, А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич. – Москва : Стройиздат, 2018. – 479 с.

3. Вентиляция салона красоты [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ads-vent.ru/blog/ventilyaciya-salona-krasoty> (дата обращения: 15.03.22).

4. Зеликов, В. В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию / В. В. Зеликов. – Москва : Инфра-Инженерия, 2019. – 624 с.

5. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогасоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Бакалавриат : учебное пособие / А. М. Протасевич. – Москва : Инфра-М, 2021. – 286 с.

6. СанПин 2.1.2.2631-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству, оборудованию, содержанию и режиму работы организаций коммунально-бытового обслуживания, оказывающих косметические и парикмахерские услуги» [Электронный ресурс]. – URL: http://static.ru.insales.ru/...1136...СанПиН_2.1...2631-10.pdf (дата обращения: 14.03.22).

7. Свод правил СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527> (дата обращения: 14.03.22).

8. Свод правил СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.edusite.ru/SP-118-13330-2012.pdf> (дата обращения: 11.02.22).

9. Свод правил СП 7.13330.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: <http://rparus.ru/wp-content/uploads...СП-7.13130.2013.pdf> (дата обращения: 12.03.22).

10. Свод правил СП 73-13330-2012 «Внутренние санитарно-технические системы» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200091051> (дата обращения: 08.03.22).

11. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9056428> (дата обращения: 04.03.22).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 108–114.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 108–114.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64–25)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ СОТРУДНИКОВ
ПРИ РАБОТЕ С ТВЧ-СТАНКАМИ
НА ПРОИЗВОДСТВЕ Г. ЮЖНО-САХАЛИНСКА

Наталья Федоровна Двойнова¹, Фа Сун Зи²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Zfasun2014@mail.ru

Аннотация. В данной статье анализируются проблемы безопасности при работе с ТВЧ-станками. Рассматриваются негативные последствия влияния ТВЧ-станков на здоровье работников, а также приводятся мероприятия по их снижению.

Ключевые слова: токи высокой частоты, технология, безопасность, охрана труда

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Зи Фа Сун. Исследование вопроса безопасности сотрудников при работе с ТВЧ-станками на производстве г. Южно-Сахалинска // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 108–114.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

INVESTIGATION OF THE ISSUE OF EMPLOYEE SAFETY
WHEN WORKING WITH HDTV MACHINES IN THE PRODUCTION
OF YUZHNO-SAKHALINSK

Natalia F. Dvoinova¹, Fa Sun Zee²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 3rd year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Zfasun2014@mail.ru

Abstract. This article analyzes the problems of security when working with high frequency machines. The article discusses the negative consequences of the impact of HDTV machines on the health of employees, as well as measures to reduce them.

Key words: high-frequency currents, technology, safety, labor protection

For citation: Dvoinova N. F., Zee Fa Sun. Investigation of the issue of employee safety when working with HDTV machines in the production of Yuzhno-Sakhalinsk // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 108–114.

Введение

В современном мире ТВЧ-станки (станки с применением токов высокой частоты) заняли устойчивую нишу в производстве, и без них изготовление некоторых товаров не представляется возможным. Современные технологии по производству всевозможных надувных изделий, баннерных продуктов, вещей из брезента и большинству ПВХ-изделий (изделий из поливинилхлорида) неизбежно применяют ТВЧ-технологии, так как они имеют ряд преимуществ и обладают такими свойствами, как:

- обеспечение моментального прогрева спаиваемых полотен по всей их толщине;
- незаметность швов;
- сваривание на уровне молекул и обеспечение высокой прочности скрепления фрагментов разного цвета и фактуры [15].

ТВЧ-станок упрощает подготовку ПВХ-полотна к следующему этапу производства изделий, которые применяются в каждой сфере человеческой деятельности. Натяжные потолки, автомобильные подушки безопасности, всевозможные тетрадные обложки – все это изготавливается при помощи данных станков. Продукция, выполненная при помощи ТВЧ-станка, отличается рядом преимуществ. Швы абсолютно незаметны посредством производства при помощи качественного оборудования. За счет использования ТВЧ ткани практически приклеиваются друг к другу, поэтому невооруженным глазом их заметить практически не представляется возможным. Но при работе с ТВЧ-станком необходимо соблюдать требования охраны труда.

При работе с ТВЧ имеет место воздействие на организм радиочастотного излучения. У генераторов высоких и ультравысоких частот человек подвергается воздействию электрических и магнитных полей, которые периодически сменяют друг друга. В этих случаях работающие жалуются на головную боль, головокружение, повышенную утомляемость, ослабление памяти, раздражительность, бессонницу ночью, сонливость днем, парестезии, боли в конечностях, снижение аппетита, жажду, боли в эпигастральной области, неприятные ощущения в области сердца в ряде случаев с иррадиацией в левую руку, понижение работоспособности. У женщин отмечается нарушение менструального цикла, мужчины иногда страдают импотенцией. Чаще всего, однако, отмечаются жалобы на слабость, головную боль, нарушение сна (сонливость днем и бессонница ночью), повышенную утомляемость, боли в области сердца. Более выраженные субъективные расстройства имеют место у лиц со значительным стажем работы [17]. Среди них относительно чаще отмечаются и жалобы сердечного характера.

Электромагнитные волны возникают при

ускоренном движении электрических зарядов. В диапазон включаются радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет (световые лучи), ультрафиолетовое излучение, рентгеновское и гамма-излучение. Диапазон электромагнитных волн состоит из волн с длинами, соответствующими частотам от 103 до 1024 Гц. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме не зависит от длины волны и равна $C = 2,99\ 79 \cdot 10^8$ м/с.

Токи высокой частоты применяют для плавления и термической обработки металлов, диэлектриков и полупроводников и для многих других целей. В медицине применяют токи ультравысокой частоты различного диапазона волн с одинаковыми средними значениями энергии как электрического и магнитного поля, так и преимущественно электрического или магнитного переменного поля. В радиотехнике – токи ультравысокой и сверхвысокой частоты.

Экранирование – один из наиболее эффективных способов защиты. Электромагнитное поле ослабляется экраном вследствие создания в толще его поля противоположного направления. Степень ослабления электромагнитного поля зависит от глубины проникновения высокочастотного тока в толщу экрана. Чем больше магнитная проницаемость экрана и выше частота экранируемого поля, тем меньше глубина проникновения и необходимая толщина экрана. Экранируют либо источник излучений, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие [11, 14, 16]. Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземленные экраны, кожухи, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения. Средства защиты (экраны, кожухи) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жестких листов поролона, ферромагнитных пластин.

Электромагнитное излучение делят по частотным диапазонам (табл. 1).

Методы и материалы

Нормирование ЭМП промышленной частоты (50 Гц) осуществляется по предельно допустимым уровням напряженности электрического поля E (кВ/м), напряженности магнитного поля H (А/м) или индукции магнитного поля B (мкТл) в зависимости от времени пребывания персонала в электромагнитном поле на рабочих местах [12]. Регламентирующим документом являются санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 22.1.8/2.2.4.2490-09 «Электромагнитные поля в производственных условиях», а также в нормативно-правовой документации [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Согласно данному документу, предельно допустимый уровень напряженности ЭП на

Таблица 1

Диапазоны электромагнитного излучения

Название диапазона		Длины волн, λ	Частоты, f	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	Более 10 км	Менее 3 кГц	Атмосферные и магнитосферные явления. Радиосвязь
	Длинные	10 – 1 км	30 – 300 кГц	
	Средние	1 км – 100 м	300 кГц – 3 МГц	
	Короткие	100 – 10 м	3 кГц – 30 МГц	
	Ультракороткие	10 м – 1 мм	30 МГц – 300 ГГц	
Инфракрасное излучение		1 мм – 780 нм	300 ГГц – 429 ТГц	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях
Видимое излучение		780–380 нм	429 – 750 ТГц	
Ультрафиолетовое		380 н – 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{16}$ Гц	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов
Рентгеновское		10 нм – 5 пм	$3 \cdot 10^{16} - 6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц
Гамма		Менее 5 пм	Более $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад

рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле 1:

$$T = 50/E - 2, \quad (1)$$

где: E – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м; Т – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

При напряженности свыше от 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо находиться вне зоны влияния ЭП или применять средства защиты.

Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП ($T_{пр}$) вычисляют по формуле 2:

$$T_{пр} = 8 \cdot \left(\frac{tE_1}{TE_1} + \frac{tE_2}{TE_2} + \dots + \frac{tE_n}{TE_n} \right), \quad (2)$$

где: $T_{пр}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности; $TE_1, tE_2, \dots, tE_n$ – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E_1, E_2, \dots, E_n$, ч; $TE_1, TE_2, \dots, TE_n$ – допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон, ч. Приведенное время не должно превышать 8 ч.

Количество контролируемых зон определяется перепадом уровней напряженности ЭП на рабочем месте. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Результаты исследования

Распространение электрического и магнитного полей, а в совокупности электромагнитного поля (ЭМП) сопровождается переносом энергии, то есть данное явление по физической сути является излучением [12].

Мощность электромагнитного излучения (ЭМИ) N определяется соотношением:

$$N = 0.5t^{-1} (E^2 \cdot \varepsilon_0 + H^2 \cdot \mu), \frac{Вт}{м^2}, \quad (3)$$

где: t – время излучения, с; E, H – напряженности электрической и магнитной составляющих ЭМИ, В/м, А/м соответственно; ε_0 , μ – абсолютные диэлектрическая и магнитная

проницаемости воздуха, Ф/м; Гн/м (фарада на метр; генри на метр).

В зависимости от соотношения длины волны $\lambda = C/f$ (f – частота, C – скорость света) и расстояния R от источника ЭМИ различают три зоны:

- зону индукции $R \leq \frac{\lambda}{2\pi}$ (в зоне производят нагревание, закалку металлов);
- волновую зону $R > \frac{\lambda}{2\pi}$ (в зоне происходит тепловое и психическое воздействие на человека);
- зону дифракции $R \gg \frac{\lambda}{2\pi}$ (в зоне происходит психологическое воздействие на человека).

Плотность потока энергии, или мощность ЭМИ N , Вт/м, определяется отношением:

$$N = \frac{E^2}{377} = 377H^2 = \frac{P_n \times G_{\text{пер}}}{2\pi R^2}, \text{ Вт/м}^2, \quad (4)$$

где: P_n – мощность передающего устройства, Вт; $G_{\text{пер}}$ – коэффициент передачи; R – расстояние до излучателя.

Из формулы (3) имеем:

$$H = \sqrt{N/377}, \text{ А/м}. \quad (5)$$

Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности магнитного поля не должен превышать 8 кА/м, то есть $H < 8 \text{ кА/м}$.

Примечание:

На рабочих местах ПДУ ЭМП для частот $f = 0,06$ (30–50) МГц составляет соответственно 6 и 0,3 $H < \text{А/м}$.

Нормирование ЭМИ, очевидно, осуществляется по трем факторам:

- 1) по напряженности магнитного поля H , А/м;
- 2) по напряженности электрического поля E , В/м;
- 3) по мощности потока электромагнитной энергии N , Вт/м².

По каждому фактору из справочников норм находят наименьшее время в минутах за сутки, в течение которого человек может пребывать под воздействием ЭМИ заданных параметров.

При необходимости увеличения времени пребывания человека в зоне ЭМИ, например, до продолжительности рабочей смены, применяют защитные устройства.

В условиях производства чаще всего применяются защитные экраны, которые представляют собой конструкции и материалы,

используемые в технологическом процессе. Поэтому проектирование экранирующего устройства от воздействия электромагнитного поля сводится к расчетной или экспериментальной проверке эффективности имеющихся материалов и конструкций.

В ООО «Текс-центр» разработана коллекция тканей для защиты от электромагнитных излучений, при создании которой спроектированы новые структуры, использованы специальные материалы и современные методы, такие, как ионно-плазменная обработка, магнетронное напыление металлов в вакууме.

Оценка радиофизических характеристик производилась в НИИ медицины труда РАМН и испытательной лаборатории Министерства обороны РФ.

Металлизированный материал «Нанотекс» защищен патентом РФ, имеет сертификат соответствия требованиям нормативной документации и санитарно-эпидемиологическое заключение. Предлагаемый материал обеспечивает ослабление ЭМИ в диапазоне частот от 1 МГц до 15 ГГц на уровне не менее 24 дБ, обладает высокой степенью прозрачности в оптическом диапазоне, однородностью и изотропностью электрофизических характеристик, отличается легкостью, гибкостью, драпируемостью и привлекательным внешним видом. Металлизированный материал «Нанотекс» рекомендуется:

- для защиты человека от неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения широкого диапазона;
- для создания средств маскировки и имитации объектов военной техники;
- для защиты информации и обеспечения работоспособности оборудования.

Материал имеет технический паспорт. Так как данный материал состоит из алюминиевой нити, при расчетах будем ссылаться на физические характеристики металла алюминий (табл. 2) из справочных материалов.

1. Мощность электромагнитного излучения ρ можно определить по формуле:

$$\rho = \frac{P_n \times G_{\text{пер}}}{(4\pi R)^2}, \quad (6)$$

где: P_n – мощность излучения передающего устройства, Вт; $G_{\text{пер}}$ – коэффициент направленности антенной системы передатчика; R – расстояние от излучающего источника, м.

Так как ТВЧ-станок не имеет антенны передатчика, пренебрегаем коэффициентом $G_{\text{пер}}$. Расстояние от источника до рабочего составляет 0,4 м.

$$\rho = \frac{4000}{(4 \times 3,14 \times 40)^2} = 0,0158 \frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}.$$

2. Величина коэффициента ослабления

Таблица 2

Физические свойства металла для защитных экранов

Материал экрана	Удельное сопротивление, ρ , Ом * мм ² /м	Магнитная проницаемость металла защитного кожуха, μ , Гн/м	Удельная электрическая проводимость металла кожуха, γ , (Ом * м) ⁻¹	Эквивалентная глубина проникновения
Алюминий	0,03	1	$33,3 \cdot 10^4$	2,75

электромагнитного поля определяется по формуле:

$$\frac{1}{M} = \frac{N}{D}, \quad (7)$$

где: N – плотность потока энергии, рассчитывается по формуле 4:

$$N = \frac{4000}{2 \cdot 3,14 \cdot 40^2} = 0,199 \text{ мкВт/см}^2.$$

D – мощность электромагнитного излучения, определяется по формуле 6: $D = 0,0158 \text{ мкВт/см}^2$.

Исходя из формулы (7), определяем величину коэффициента ослабления электромагнитного поля:

$$M = \frac{0,199}{0,0158} = 12,59.$$

3. Необходимая толщина кожуха определяется по формуле:

$$\delta = \frac{\ln M}{\sqrt{2\omega\rho\mu}}, \quad (8)$$

где ω – угловая частота переменного тока, рад/с; μ – магнитная проницаемость металла кожуха, Гн/м; ρ – электрическая проводимость металла кожуха.

Для начала определим угловую частоту переменного тока по формуле:

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 27,12 = 170,31 \text{ об/с}.$$

Выполняем расчет:

$$\delta = \frac{\ln 12,59}{\sqrt{2 \cdot 170,31 \cdot 1 \cdot 33,3 \cdot 10^4}} = 0,00024 \text{ м} = 0,24 \text{ мм}.$$

Таким образом, необходимая толщина защитного кожуха из металлизированного материала «Нанотекс» составляет 0,24 мм.

Металлизированный материал «Нанотекс» (рис. 1) относится к текстильной про-

мышленности и может быть использован для экранирования от воздействия электромагнитных излучений в широком диапазоне.

Практически экранирующая ткань может использоваться для изготовления:

- локального экранирования камер (помещений, офисов, объектов);
- защитной одежды;
- легких чехлов и накидок на оборудование и приборы;
- защитных устройств для предотвращения утечки информации из служебных помещений, военных объектов и т. д.;
- декоративных изделий.

В настоящее время при оснащении экранированных помещений для сертификации радиоэлектронных средств бытового и промышленного назначения, проведения радиотехнических измерений на соответствие нормам и требованиям электромагнитной совместимости и биологической защиты обслуживающего персонала от излучения СВЧ-источников необходимы материалы, способные эффективно функционировать в широком диапазоне длин волн.

Исходя из данных свойств ткани, можно определить примерные затраты на внедрение защитного кожуха от электромагнитного излучения.

1. Рассчитаем количество необходимого материала.

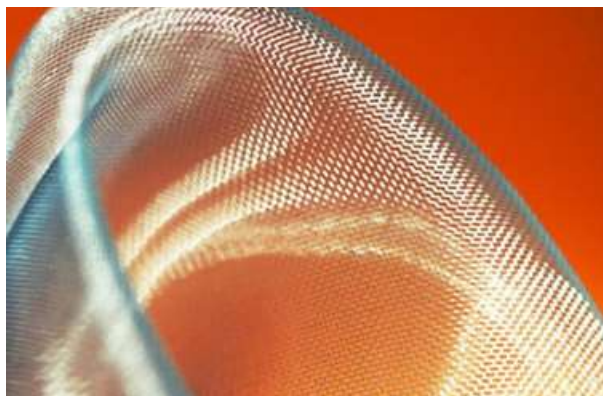


Рис. 1. Металлизированный материал «Нанотекс»

Сделаем примерный чертеж кожуха (рис. 2). Для расчета количества требуемого материала необходимо определить площадь кожуха, которую будем рассчитывать по площади станка (табл. 1).

Высота станка составляет 700 мм, а длина и ширина 1300 и 600 мм соответственно. Площади деталей представлены в таблице 3.

Найдем площадь кожуха по формуле 9:

$$S = 2S_A + 2S_B + 2S_C + 1S_D + 4S_E + 4S_F + 2S_G + 2S_H \quad (9)$$

где: S_n – площадь фигуры, m^2 .

$$S = 0,48 + 0,36 + 0,345 + 0,36 + 0,64 + 0,18 + 1,5 + 0,225 = 4,09 m^2.$$

Находим количество необходимых слоев Z:

$$Z = 0,24 / 0,08 = 3.$$

Зная ширину материала, можно определить его необходимую длину N на три слоя (10):

$$N = 3 \cdot S / b, \quad (10)$$

где: S – примерная площадь кожуха, m^2 ; b – ширина материала, м.

$$N = 3 \left(4,09 / 1,5 \right) = 8,18 \text{ м.}$$

Таким образом, для создания защитного кожуха от электромагнитного излучения понадобится 8,18 м металлизированного материала «Нанотекс».

2. Рассчитаем примерные затраты на внедрение.

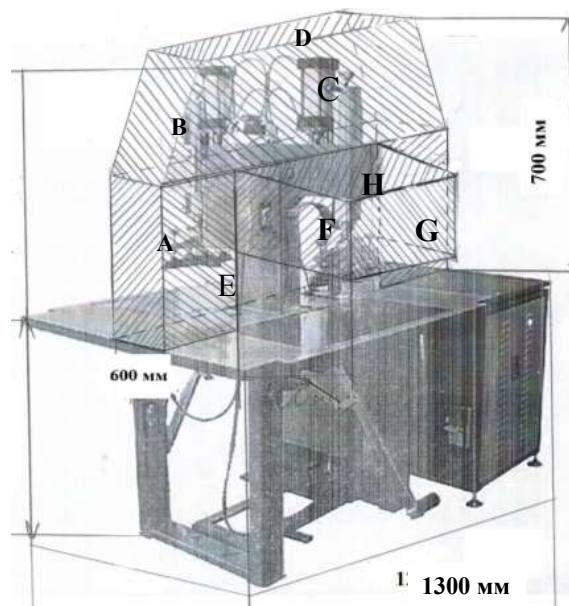


Рис. 2. Схема расположения защитного кожуха

Стоимость металлизированного материала «Нанотекс» за один погонный метр составляет ~1200 российских рублей. Таким образом, необходимая сумма для приобретения материала составит 9816 российских рублей. Также стоит учитывать прочие расходы, такие, как:

- приобретение сопутствующих материалов для изготовления (~ 3000 российских рублей);

- изготовление по индивидуальным размерам (от 5000 до 12000 российских рублей).

Таким образом, общая сумма внедрения защитного кожуха будет от 18000 российских рублей.

Таблица 3

Площади деталей

Деталь	Количество	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
A	2	400	600	–
B	2	301	600	–
C	2	1000 1300	–	300
D	1	600	300	–
E	4	400	400	–
F	4	300	150	–
G	2	500	150	–
H	2	500	300	–

Выводы

При работе с ТВЧ имеет место воздействие на организм радиочастотного излучения. В ходе проделанной работы были решены следующие задачи:

- рассмотрена характеристика предприятия;
- проверено состояние безопасности сотрудников;
- разработан защитный кожух от электромагнитного излучения.

В результате выполнения исследований был разработан защитный кожух с использованием металлизированного материала «Нанотекс». Данный кожух способен снизить воздействие электромагнитного излучения на сотрудников, что позволит сделать больше время работы с ТВЧ-станком, следовательно, увеличит объемы производства. Благодаря такому внедрению снизится воздействие электромагнитного излучения и улучшатся условия труда работников. Это снизит затраты на страховые выплаты и благоприятно скажется на здоровье сотрудников.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 04.03.22).
2. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 23.03.22).
3. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 11.03.22).
4. ГОСТ 12.4.029-76 «Межгосударственный стандарт. Фартуки специальные. Технические условия» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 04.03.22).
5. ГОСТ 12.4.011-89 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 04.03.22).
6. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 10.02.22).

7. ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 09.03.22).

8. ГОСТ 13385-78 «Межгосударственный стандарт. Обувь специальная диэлектрическая из полимерных материалов. Технические условия» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 11.03.22).

9. ГОСТ Р 12.4.255-2011(ЕН 13819-1:2002) «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Механические методы испытаний» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 29.03.22).

10. ГОСТ Р 51724-2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам» [Электронный ресурс]. – URL: [http:// internet-law.ru/gosts/](http://internet-law.ru/gosts/) (дата обращения: 04.03.22).

11. Гайзетдинова, А. М. Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека / А. М. Гайзетдинова, Г. А. Гайсина // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – С. 22.

12. Грачёв, Н. Н. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. – Москва : БИНОМ ; Лаборатория знаний, 2005. – 317 с.

13. Демский, Д. В. Расчет эффективности экранирования неоднородных экранов / Д. В. Демский, М. А. Лафишев // Технологии ЭМС. – № 2 (37). – 2011. – 114 с.

14. Кечиев, Л. Н. Экранирование технических средств и экранирующие системы / Л. Н. Кечиев, Б. Б. Акбашев, П. В. Степанов. – Москва : ООО «Группа ИДТ», 2010. – 470 с.

15. Крылов, В. А. Защита от электромагнитных излучений / В. А. Крылов, Т. В. Юченко. – Москва : Советское радио, 1972. – 216 с.

16. Курдюмов, В. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В. И. Курдюмов, Б. И. Зотов. – Москва : Колос, 2005. – 216 с.

17. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности. Электромагнитное излучение : учебное пособие / Ю. С. Рысин, А. К. Сланов, С. Л. Яблочников. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 82 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 115–119.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 115–119.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64)

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ОХРАНЫ ТРУДА
В МБУК «СМИРНЫХОВСКАЯ ЦБС»

Наталья Федоровна Двойнова¹, Сон Бок Ким²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студент 4-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Fghjt2017@mail.ru

Аннотация. В условиях дефицита площадей хранения библиотечного фонда требуется приложить дополнительных усилий по постоянному поиску свободных площадей, оптимизации их использования и состава и структуры фондов. Для поддержания современных требований безопасности, а также снижения риска производственного травматизма и совершенствования технологического потенциала Сахалинской областной универсальной научной библиотеки была выявлена необходимость внедрения систем автоматизации библиотечных процессов.

Ключевые слова: библиотечный фонд, безопасность, травматизм, автоматизированный стеллажный комплекс

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Ким Сон Бок. Повышение безопасности условий охраны труда в МБУК «Смирныховская ЦБС» // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 115–119.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

IMPROVING THE SAFETY OF LABOR PROTECTION CONDITIONS
IN THE MBUK "SMIRNYKHOVSKAYA CBS"

Natalia F. Dvoynova¹, Sung Bok Kim²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 3rd year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Fghjt2017@mail.ru

Abstract. In conditions of shortage of storage space for the library Fund, additional efforts are required, constant search for available space, optimization of their use and optimization of the composition and structure of funds. In order to maintain modern safety requirements, as well as reduce the risk of industrial injuries and improve the technological potential of the Sakhalin regional universal scientific library, the need to introduce automation systems for library processes was identified.

Key words: library stock, safety, injuries, automated shelving system

For citation: Dvoynova N. F., Kim Sung Bok. Improving the safety of labor protection conditions in the MBUK "Smirnykhovskaya CBS" // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/ 2023. – P. 115–119.

Введение

Одной из основополагающих задач охраны труда на производстве является профилактика производственного травматизма и, как результат – предупреждение несчастных случаев на предприятии [2]. Факторы травматизма могут быть самыми разными, ведь вероятность возникновения у работника конкретной производственной травмы напрямую зависит от особенностей рабочего места, характера выполняемой работы, психофизиологических особенностей работника и совокупности ряда других причин. В библиотеке риск травматизма и воздействие вредных факторов условий труда наиболее проявляются у библиотекарей, работающих в отделе книгохранения [1]. Причинами тому непосредственно служат ежедневная работа с большим объемом книг, перенос и выдача книг, многократное использование стремянок и табуретов, скопление пыли в помещении и т. д. В связи с этим возникает риск непредвиденных травмоопасных ситуаций, которые могут повлечь за собой причинение вреда здоровью и угрозу жизни человека.

В ГБУК «Сахалинская областная универсальная научная библиотека» объем фонда составил 611 тыс. экземпляров документов на физических (материальных) носителях. По видовому составу фонда 97,2 % составляют печатные издания и неопубликованные документы, в том числе 7,4 % – периодические издания, электронные документы на съемных носителях – 2,8 %. Ежегодно фонд пополняется на 12 тыс. экземпляров [3]. В связи с ежегодным приростом экземпляров объем хранящихся в библиотеке фондов на 22 % превышает объем, на который рассчитано здание. Таким образом, нарушаются нормы плотности хранения документов, возрастает риск возникновения травмоопасных ситуаций. Статистика травматизма показывает, что наиболее частые случаи травмирования в библиотеке происходят по причине опрокидывания стеллажей, падения книжных стопок с высоты или падения библиотекаря с переносной лестницы. Подобные случаи несут за собой серьезный ущерб здоровью работника и интересам библиотеки.

Методы и материалы

С целью снижения производственного травматизма библиотекарей в отделе фондохранения Сахалинской областной универсальной научной библиотеки было принято

решение об установке автоматизированного электромеханического комплекса с возможностью перемещения и программой управления [3, 4]. Передвижные стеллажи с электрическим приводом и компьютерным управлением режимами работы представляют собой конструкцию, состоящую из рельсового пути, сварного мобильного основания (с электроприводом и колесами), каркаса (стоек, полок, диагональных стяжек), фронтальной панели, деталей электрического привода и электронного управления стеллажами (рис. 1).

Автоматизированный электромеханический комплекс с возможностью перемещения и программой управления является совокупностью оборудования по хранению и обработке данных книжного фонда. Внедрение данного комплекса позволяет осуществить следующие функции: увеличение эффективности и оптимизация использования площади существующего помещения фондохранения библиотеки; обеспечение компактного хранения фондов библиотеки; обеспечение контроля над процессами хранения и обработки данных о фондах библиотеки; обеспечение санитарно-гигиенических режимов хранения фондов библиотеки; автоматизация библиотечных процессов (автоматизация библиотечных процессов путем совместной работы в одном автоматизированном комплексе передвижных стеллажей и специального программного обеспечения (СПО)); улучшение качества обслуживания читателей (сокращение времени выдачи фондов); сокращение травматизма работников.

Результаты исследования

Помещение, предназначенное для установки автоматизированного стеллажного комплекса для размещения фонда периодических изданий, расположено на цокольном этаже, его общая площадь составляет около 100 м². В конфигурации помещения есть характерные особенности: наличие колонн, бетонной площадки, стеновой перегородки. С учетом этих особенностей и рекомендаций ГОСТ 7.50-2002 «Консервация документов. Общие требования», регламентирующего нормативы размещения стеллажного оборудования, блок стеллажей может быть установлен в пределах зоны, окрашенной сплошным серым цветом на рисунке 2. При таком расположении стеллажного комплекса будет обеспечено максимально эффективное использование площади помещения и соблюдение всех норм (рис. 2).

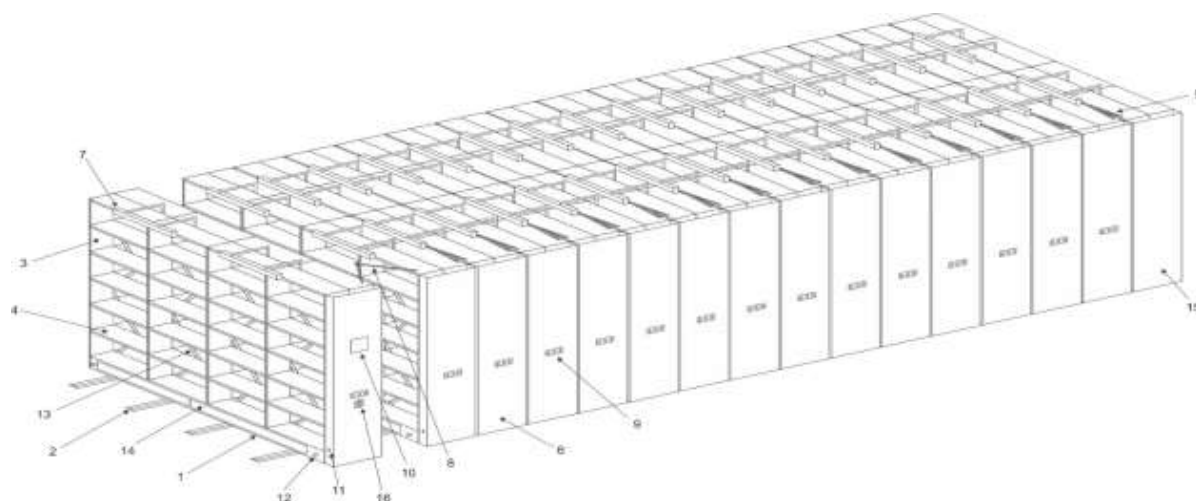


Рис. 1. Схематичное изображение блока передвижных стеллажей с электроприводом: 1 – мобильное основание стеллажа (сварная мобильная база); 2 – рельсовая направляющая; 3 – стойка секции стеллажа; 4 – рабочая полка в секции стеллажа; 5 – верхняя (не рабочая) полка в секции стеллажа (крышка); 6 – фронтальная панель стеллажа; 7 – светодиодный светильник; 8 – соединительное колено; 9 – кнопочная панель управления стеллажа; 10 – сенсорный жидкокристаллический экран главного стеллажа; 11 – инфракрасный датчик; 12 – отбойник; 13 – диагональная стяжка; 14 – защитный плинтус; 15 – фронтальная панель стационарного стеллажа; 16 – переключатель коммутации электрических цепей управления стеллажами

Внедрение автоматизированного электромеханического стеллажного комплекса, несомненно, позволит улучшить качество работы библиотеки, позволит снизить риск травмоопасных ситуаций, оптимизировать пространство книгохранения, обеспечить оптимальный температурно-влажностный режим для хранения фондов и усовершенствовать технологический потенциал библиотеки. Установка данного комплекса требует определенные ресурсы, такие, как:

финансовые, кадровые, силовые затраты.

Комплекс работ для установки автоматизированного электромеханического комплекса представлен в таблице 1.

Общее финансирование проекта предусматривает расходы, представленные в таблице 2.

Источники финансирования проекта и статьи расходов по реализации установки стеллажного комплекса приведены в таблице 3 [2, 4].

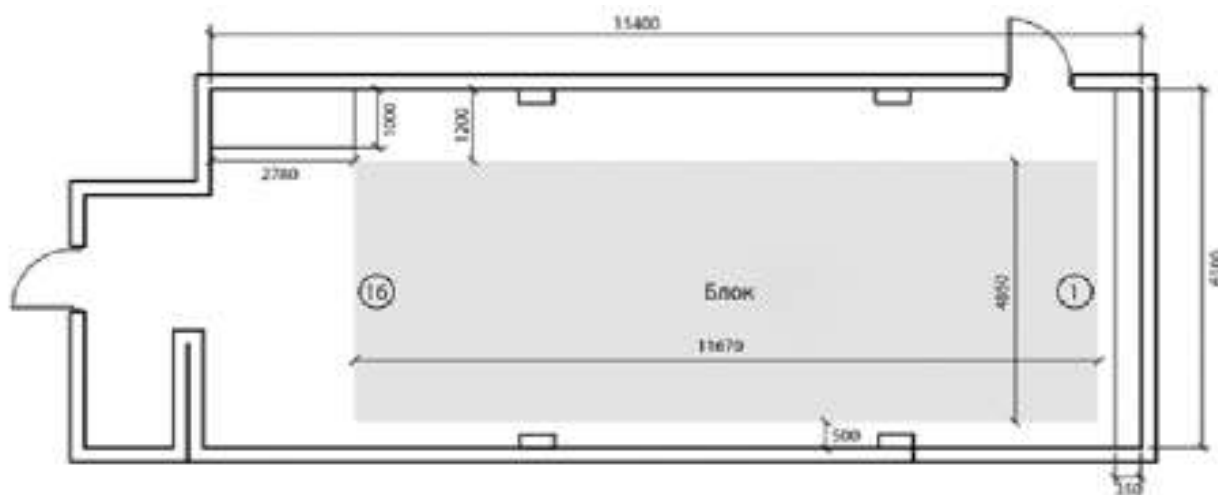


Рис. 2. Схема расположения стеллажного комплекса

Таблица 1

**Комплекс работ для установки автоматизированного
электромеханического комплекса**

№ этапа работы	Перечень выполняемых комплексов работ
1.	Изготовление изделий и доставка до места монтажа
2.	Подготовка помещения к началу работ по установке комплекса
3.	Монтаж рельсовой системы: укладка рельс и фальшпола
4.	Сбор металлоконструкций: монтаж мобильных оснований, каркасов стеллажей (стойки, полки), освещения и т. д.; настройка схем управления стеллажами, датчиков и т. п.; подключение элементов комплекса к электросети и локальной сети и т. п.
5.	Пусконаладочные работы
6.	Тестирование всего комплекса на соответствие условиям технического задания
7.	Прием/сдача комплекса и соответствующей документации

Таблица 2

Общее финансирование проекта по внедрению стеллажного комплекса*

№ п/п	Мероприятия	Единица измерения	Расчет	Сумма, руб.
Расходы				
1.	Ремонт помещения (с учетом стоимости строительных материалов)	м ²	100 · 3000	300 000
2.	Изготовление, доставка, монтаж стеллажного оборудования			5 900 000
3.	Погрузоразгрузочные работы (передвижка библиотечного фонда, заполнение стеллажного комплекса)	1 час	400 руб. · 5 чел · 20 ч	40 000
Итого:				6 240 000

* *Примечание:* составлено автором.

Таблица 3

Финансовый план*

№ п/п	Источники финансирования	Статья расходов	Доля
1.	Средства субъекта Российской Федерации	Ст. 310 «Основные средства»	94,55 %
2.	Доход от внебюджетной деятельности библиотеки	Ст. 225 «Содержание имущества»	5,45 %

* *Примечание:* составлено автором.

Выводы

Таким образом, в связи с проблемой размещения фондов библиотеки и оценки статистических данных в области производственного травматизма предложена система автоматизированного электромеханического комплекса с возможностью перемещения и программой управления, позволяющей: существенно снизить риск возникновения несчастных случаев; обеспечивать контроль над процессами хранения и обработки данных о фондах библиотеки; соблюдать санитарно-гигиенические режимы хранения документов; оптимизировать площадь помещения фондохранилища для увеличения эффективности работы библиотеки; совершенствовать системы оперативного и качественного обслуживания пользователей в результате автоматизации библиотечных процессов.

Список литературы

1. Бадагуев, Б. Т. Несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания: исследование, оформление, учет /

Б. Т. Бадагуев. – Москва: Альфа-Пресс, 2010. – 112 с.

2. Государственная программа «Развитие сферы культуры Сахалинской области на 2014–2020 годы» (Постановление Правительства Сахалинской области от 31.07.2013 г. № 394). – 96 с.

3. Двойнова, Н. Ф. Производственная безопасность : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность» и специальности «Безопасность жизнедеятельности», специализация «Экологическая безопасность и охрана труда» (рекомендовано федеральным государственным бюджетным учреждением ВПО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана») / Н. Ф. Двойнова, С. В. Абрамова, З. Ф. Кривуца. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2014. – 226 с.

4. Сахалинская областная универсальная научная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://libsakh.ru> (дата обращения: 23.02.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 120–124.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 120–124.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64)

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ОХРАНЫ ТРУДА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКОВ
В ОАО «САХАЛИНСКОЕ МОРСКОЕ ПАРОХОДСТВО»

Наталья Федоровна Двойнова¹, Виктория Юрьевна Поседкина²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студентка 4-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, victoria.25ap@mail.ru

Аннотация. Шум, превышающий определенные пороговые значения наносит вред здоровью и работоспособности людей, начиная от слабого душевного расстройства, заканчивая серьезными заболеваниями, приводит к экономическим потерям, вызываемым простоями оборудования в связи с болезнью или преждевременным уходом на пенсию обслуживающего персонала из-за чрезмерного влияния шума. Статья посвящена мероприятиям, направленным на снижение шумовых воздействий на работников ОАО «Сахалинское морское пароходство».

Ключевые слова: охрана труда, защита от шума, средства индивидуальной защиты от шума

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Поседкина В. Ю. К вопросу повышения уровня охраны труда электромехаников в ОАО «Сахалинское морское пароходство» // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 120–124.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE LEVEL OF LABOR PROTECTION
OF ELECTRICIANS IN JSC SAKHALIN SHIPPING COMPANY

Natalia F. Dvoynova¹, Victoria Yu. Posedkina²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 4th year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, victoria.25ap@mail.ru

Abstract. Noise exceeding certain thresholds: harms the health and working capacity of people, ranging from mild mental disorder to serious illnesses; leads to economic losses caused by equipment downtime due to illness or premature retirement of maintenance personnel due to excessive noise influence. The article is devoted to measures aimed at reducing noise impacts on employees of JSC Sakhalin Shipping Company.

Key words: labor protection, noise protection, personal protective equipment against noise

For citation: Dvoynova N. F., Posedkina V. Yu. On the issue of improving the level of labor protection of electricians in JSC Sakhalin shipping company // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 120–124.

Введение

Одним из основных направлений деятельности ОАО «Сахалинское морское пароходство» являются морские перевозки. Приоритетное направление охраны труда работников в ОАО «Сахалинское морское пароходство» состоит в совершенствовании условий труда. На всех эксплуатируемых судах пароходства должны соблюдаться нормы охраны труда.

На судах одним из вредных опасных производственных факторов для электромехаников является шум. К примеру, электродвигатели конденсатные характеризуются уровнем шума 95–98 дБА, питательные насосы – 85–90 дБА, подогреватели низкого и высокого давления – 94–103 дБА и 52–103 дБА соответственно; коллектора дренажей – 100–103 дБА. Наибольшей интенсивности шум достигает на рабочих местах у насосов, двигателей, коллекторов. Среди основных последствий воздействия шума на организм человека находится тугоухость. Для людей с поврежденным слухом трудности в понимании речевых сигналов могут отразиться на их профессиональных способностях и повысить вероятность несчастных случаев на производстве. Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума составляет 80 дБА в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц [3, 4, 5]. По данным статистики «О состоянии профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2020 г.», при интенсивности производственного шума в

85 дБА профессиональная тугоухость выявлена у 5 % работников, при 90 дБА – у 10 %, при 100 дБА – у 12 %, при 110 дБА – у 34 % [1, 3]. Таким образом, для снижения риска развития профессиональных заболеваний в ОАО «Сахалинское морское пароходство» необходимо контролировать показатели вредных факторов производственной среды на организм человека, а также разрабатывать мероприятия для снижения их уровня.

Методы и материалы

В результате проведения специальной оценки условий труда для электромеханика, работающего на д/э «Сахалин-9» в ОАО «Сахалинское морское пароходство», было выявлено, что на рабочем месте присутствует вредный (опасный) фактор – шум. По результатам проведенной СОУТ рабочему месту электромеханика присвоен 3.3 класс опасности, требующий улучшения условий труда [8].

Рассмотрим три основных типа противозвучий:

- наушники, закрывающие ушную раковину;
- вкладыши, перекрывающие наружный слуховой канал;
- шлемы, закрывающие часть головы и ушную раковину.

Защитные свойства средств индивидуальной защиты органов определяются из показателей (табл. 1) [6, 7].

Таблица 1

Защитные свойства средств индивидуальной защиты органов слуха*

Тип	Группа	Уменьшение шума, дБ, в полосах частот, Гц не менее					
		125	250	500	1000	2000	4000
Наушники	А	12	15	20	25	30	35
	Б	5	7	15	20	25	30
	В	–	–	5	15	20	25
Вкладыши	А	10	12	15	17	25	30
	Б	5	7	10	12	20	25
	В	5	5	5	7	15	20
Шлем		17	20	25	30	35	40

* Примечание: составлено автором.

Результаты исследования

Наиболее эффективный способ защиты от шума – использование специальных наушников [7]. Они полностью закрывают ухо и имеют оголовье, что обеспечивает надежное крепление СИЗ. Также наушники могут быть встроены в головной убор. Шумы блокирует специальная прослойка из звукопоглощающего материала. Такое средство индивидуальной защиты снижает воздействие шумов на 20–30 дБ. Наушники легки, комфортны в использовании, особенно при высоких частотах. Для удобства хранения некоторые производители делают наушники складными. В настоящее время широко применяются средства индивидуальной защиты, которые ос-

нованы на принципе механической защиты, обеспечивая поглощение и рассеяние действующего шума (табл. 2).

Акустическая эффективность некоторых моделей наушников приведена в таблице 3.

Построим график по таблице 3, чтобы наглядно увидеть эффективность предложенных наушников (рис. 1).

Из графика видно, что при частоте 250 Гц наушники российского производства СОМЗ-1 поглощают шум, равный 10 дБ, а наушники типа ККА производства Эстонии при том же значении частоты способны поглощать шум в размере 11 дБ. При значении частоты, равной 250 Гц, самым большим уровнем шумопоглощения обладают универсальные наушники

Таблица 2

Средства индивидуальной защиты от шума*

Тип	Характеристика противошумных наушников
СОМЗ-1	Предназначены для рабочих, которые подвержены воздействию средне- и высокочастотного шума с уровнем до 105–110 дБ. Температура эксплуатации от – 50 до + 40 °С. Масса наушников (в комплекте) – 130 г
ККА	Предназначены для рабочих, которые подвержены воздействию средне- и высокочастотного шума с уровнем до 110–115 дБ. Температура эксплуатации от – 50 до + 40 °С. Масса наушников (в комплекте) – 170 г
СИЛЕНТА СУПЕР	Универсальные шумозащитные наушники, рассчитанные на защиту от интенсивного шума. Масса наушников – 250 г

* Примечание: составлено автором.

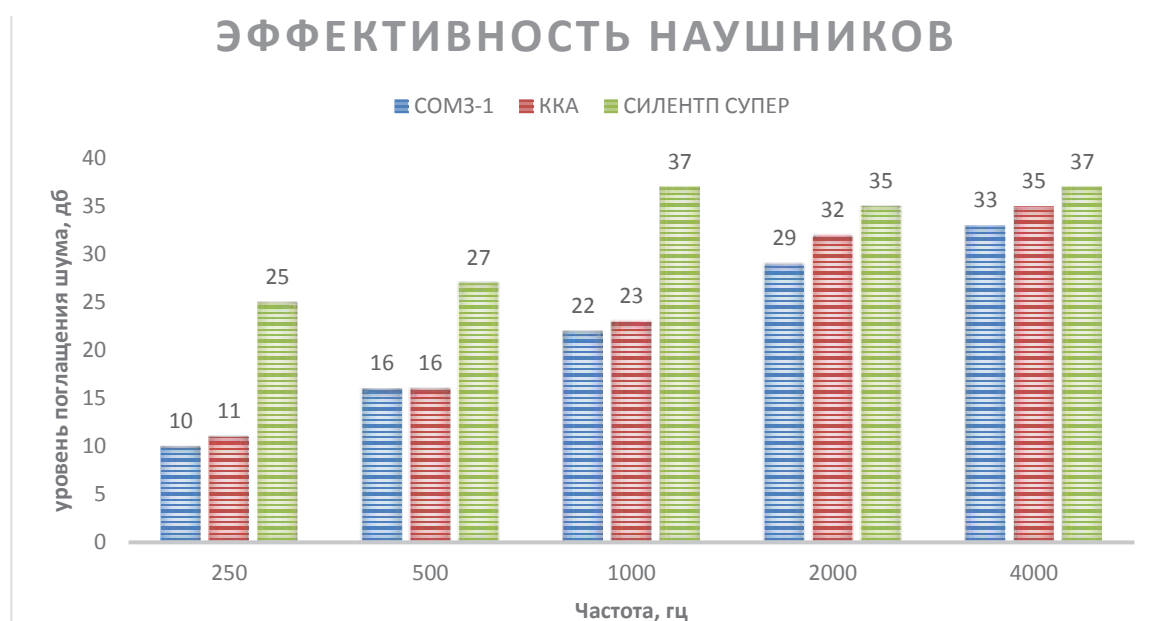


Рис. 1. Сравнительный анализ наушников

Таблица 3

Акустическая эффективность наушников*

Тип	Акустическая эффективность, дБ в полосе со среднегеометрическими частотами, Гц				
	250	500	1000	2000	4000
СОМЗ-1, Россия, АО «ОлиЗО»	10	16	22	29	33
ККА Эстония, ПО «Салво»	11	16	23	32	35
СИЛЕНТА СУПЕР, Финляндия, АО «Кемира»	25	27	37	35	37

* *Примечание:* составлено автором.

финляндского производства типа СИЛЕНТА СУПЕР. Данные наушники поглощают шум при выбранном уровне частоты на 25 дБ.

При уровне частоты, равном 500 Гц, из диаграммы следует, что российские наушники СОМЗ-1 по эффективности равны наушникам эстонского производства типа ККА и могут уменьшать шум на 16 дБ. При данном уровне частоты шумопоглощающие наушники типа СИЛЕНТА СУПЕР значительно выигрывают по показателям у двух предыдущих выбранных наушников с возможностью уменьшения шума на 27 дБ.

При частоте, равной 1000 Гц, наушники эстонского производства ККА выигрывают по показателям у наушников российского производства СОМЗ-1 и способны снизить уровень шума на 23 дБ, в то время как СОМЗ-1 снижают шум на 22 дБ. Финляндские наушники СИЛЕНТА СУПЕР обладают самой высокой способностью к снижению шума при уровне частоты 1000 Гц. При использовании данных наушников возможно снизить влияние шума на организм работника на 37 дБ.

Также на графике видно, что при частоте 2000 Гц самыми эффективными остаются наушники СИЛЕНТА СУПЕР. Они снижают шум на 35 Гц. Эстонские наушники типа ККА способны снизить уровень шума на 32 дБ. Самым низким показателем обладают наушники российского производства СОМЗ-1, которые снижают шум всего на 29 дБ.

При самой высокой частоте, равной 4000 Гц, самым высоким показателем обладают наушники СИЛЕНТА СУПЕР. Уровень поглощения шума данных наушников равен 37 дБ. Самый низкий уровень эффективности шумопоглощения у наушников СОМЗ-1, уровень снижения шума равен 33 дБ. При частоте 4000 Гц снизить уровень шума на 35 дБ помогут наушники эстонского производства типа ККА.

Таким образом, следует, что самыми эффективными являются наушники финляндского производства СИЛЕНТА СУПЕР, которые имеют более высокий уровень поглощения шума при разном значении частоты. Самым низким показателем эффективности являются наушники российского производства СОМЗ-1.

Стоит отметить, данные СИЗ уже практически достигли своих предельных возможностей (вследствие ограниченности физических защитных свойств композиционных материалов, весовых и габаритных характеристик) по степени подавления звуковой волны, особенно в области низких частот звукового спектра (менее 1 кГц), где их эффективность остается достаточно слабой.

Подбор средств индивидуальной защиты органов слуха проводится с помощью приведенной ниже формулы. Зная уровень шума на рабочем месте и SNR-средства защиты органа слуха, можно рассчитать А-корректированный уровень звукового давления, воздействующий на орган слуха, при применении данного СИЗ.

Возьмем для расчета противозумные наушники российского производства СОМЗ-1, которые при частоте 2000 Гц способны снизить уровень шума на 29 дБ, и рассчитаем по формуле:

$$SPL - SNR \leq 80 \text{ дБ},$$

где:

SPL – уровень шума, измеренный на рабочем месте;

SNR – одиночный параметр поглощения шума, значение которого указывается на чашке каждой модели наушников.

$$96,6 - 29 = 67,6 \text{ дБ}, \\ 67,6 \text{ дБ} < 80 \text{ дБ}.$$

Возьмем для расчета противозумные наушники ККА, которые при частоте 1000 Гц

способны снизить уровень шума на 23 дБ, и рассчитаем по формуле:

$$\begin{aligned} \text{SPL} - \text{SNR} &\leq 80 \text{ дБ}, \\ 96,6 - 23 &= 73,6 \text{ дБ}, \\ 73,6 \text{ дБ} &< 80 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Возьмем для расчета противошумные наушники СИЛЕНТА СУПЕР, которые при частоте 250 Гц способны снизить уровень шума на 25 дБ, и рассчитаем по формуле:

$$\begin{aligned} \text{SPL} - \text{SNR} &\leq 80 \text{ дБ}, \\ 96,6 - 25 &= 71,6 \text{ дБ}, \\ 71,6 \text{ дБ} &< 80 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

Выводы

Согласно санитарным нормам и правилам, установлен предельно допустимый уровень шума (ПДУ) в течение восьмичасовой рабочей смены, и он составляет 80 дБ. При превышении этого уровня работодатель обязан обеспечить работника СИЗОС.

В нашей задаче действующий уровень звука при использовании СИЗОС СОМЗ-1 с акустической эффективностью 29 дБ оказался равен 67,6 дБ. Это значение меньше ПДУ, значит, выбранные наушники подходят для выполнения работы и эффективно защитят слух работника. При использовании противошумных наушников типа ККА с акустической эффективностью 23 дБ оказался равен 73,6 дБ, что также является не превышающим значением ПДУ и подходит для выполнения работ электромеханика на д/э «Сахалин-9». Наушники СИЛЕНТА СУПЕР при SNR, равном 25 дБ, снижают уровень шума до значения 71,6 дБ, что также не превышает значение ПДУ.

Шумопоглощение СИЗ органа слуха зависит от многих факторов и в реальных производственных условиях может отличаться от расчетных значений, основанных на лабораторных измерениях. Принимая это во внимание, рекомендуется выбирать СИЗ органа слуха с некоторым запасом.

Список литературы

1. Беляков, Г. И. Охрана труда и техника

безопасности : учебник для вузов / Г. И. Беляков. – 4-е издание. – Москва : Издательство «Юрайт», 2021. – 360 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–13591–6. – Текст: электронный // ЭБС «Юрайт» [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/469912> (дата обращения: 08.02.2021).

2. Гигиена труда при воздействии производственного шума : учебное пособие / составители : В. О. Красовский, Г. Г. Максимов, Л. Б. Овсянникова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Уфа : Издательство ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2014. – 143 с.

3. ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.minjust.ru> (дата обращения: 26.02.22).

4. ГОСТ 12.4.011–75 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.minjust.ru> (дата обращения: 20.02.22).

5. Ефремова, О. С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них / О. С. Ефремова. – Москва : Альфа-Пресс, 2005. – 296 с.

6. Методика выполнения измерений МИ ПКФ 12-006, однократные прямые измерения уровней звука, звукового давления и ускорения приборами серий ОКТАВА и ЭКО-ФИЗИКА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.octava.info/files/Статьи/МИ%20ПКФ-12-006.pdf> (дата обращения: 21.02.22).

7. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 г. № 33н (ред. от 27.04.2020 г.) «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (зарегистрирован в Минюсте России 21.03.2014 г. № 31689) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.minjust.ru> (дата обращения: 20.03.22).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 125–127.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 125–127.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУХООБМЕНА
В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРЩИКОВ ООО «РАСКОНА»

Наталья Федоровна Двойнова¹, Маргарита Андреевна Путяткова²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студентка 4-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, prita1999@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ условий труда электрогазосварщиков на примере производственного объекта ООО «Раскона». Проанализированы вредные и опасные производственные факторы, средства индивидуальной защиты электрогазосварщиков и предложены данные расчета системы вентиляции для сварочного цеха.

Ключевые слова: охрана труда, специальная оценка условий труда, электрогазосварщики, вентиляция

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Путяткова М. А. Совершенствование системы воздухообмена в рабочей зоне электрогазосварщиков ООО «Раскона» // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 125–127.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

PERFECTING THE AIR EXCHANGE SYSTEM IN THE WORKING AREA
OF ELECTRIC AND GAS WELDERS OF RASCONA LLC

Natalia F. Dvoinova¹, Margarita A. Putyatova²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 4th year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, prita1999@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of the working conditions of electric and gas welders on the example of the production facility of Rascona LLC. Harmful and dangerous production factors, personal protective equipment of electric and gas welders are analyzed and data for calculating the ventilation system for the welding shop are proposed.

Key words: labor protection, special assessment of working conditions, electric and gas welders, ventilation

For citation: Dvoinova N. F., Putyatova M. A. Perfecting the air exchange system in the working area of electric and gas welders of Rapskona LLC // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 125–127.

Введение

Эффективная система воздухообмена в рабочем помещении важна как для работников, так и для работодателей, так как обеспечивает приток свежего воздуха и удаляет загрязненный. При отсутствии вентиляции в рабочих помещениях повышается концентрация вредных веществ, что вызывает головные боли, сонливость и отрицательно сказывается на трудоспособности рабочих. Хорошее самочувствие и высокая работоспособность во многом зависят от чистоты и свежести воздуха в помещении. Регулярная вентиляция воздуха может не только обеспечить оптимальный микроклимат, но также вызвать переохлаждение, которое чревато простудой. В таких случаях необходимо контролировать режимы системы вентиляции.

Вентиляция – это один из главных элементов создания благоприятного и комфортного производственного микроклимата, который осуществляет подачу свежего и чистого воздуха с улицы и удаляет загрязненный воздух из помещений [1]. Во время сварки в окружающую среду поступают такие вредные вещества, как окиси фтористых соединений, углерода, озона, окислы азота. Вытяжная вентиляционная система должна максимально эффективно устранять указанные воздействия, в то время как приточная вентиляционная система должна обеспечивать приток свежего воздуха, который разбавлял бы оставшиеся вредные вещества до концентраций в пределах нормы.

Основным документом, подтверждающим условия труда работников и вредные факторы, влияющие на них, является отчет о проведении специальной оценки условий труда (СОУТ). В результате проведения СОУТ в ООО «Раскона» была дана оценка условиям труда по 19 рабочим местам. Количество рабочих мест с оптимальными и допустимыми условиями труда – 16. Количество рабочих мест с вредными и опасными условиями труда – три [4].

Согласно результатам СОУТ, на предприятии есть рабочие места, на которых установлены вредные условия труда третьей группы второго подкласса (3.2) [3]. В таких условиях работают сотрудники корпусного участка, к ним относятся: судокорпусник-ремонтник, электрогазосварщик, электросварщик ручной сварки.

Во время оценки условий труда по вредным и (или) опасным факторам при работе электрогазосварщиков были установлены следующие вредные и (или) опасные факторы: аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (физический фактор), марганец в сварочных аэрозолях до 20 мг/м^3 , что превышает нормативное значение; тяжесть трудового процесса.

Аэрозоль преимущественно фиброгенного действия (АПФД) – аэрозоли, отличающиеся и обладающие (по характеру биологического воздействия) преимущественно фиброгенным типом действия. Фиброгенность (синоним увеличения фиброза) – свойство частиц пыли вызывать усиленный синтез коллагена (белка) в структуре органа (легких). Фиброгенные свойства пыли характеризуются степенью увеличения количества коллагена в соединительной ткани легких [2].

Из-за вредных условий труда у сварщиков значительно выше общая заболеваемость с временной утратой трудоспособности. В структуре профессиональной заболеваемости сварщиков России ведущее место занимают хронические заболевания дыхательных путей, обусловленные вдыханием сварочного аэрозоля (пневмокониоз и хронический бронхит). Возникновение профессиональных заболеваний наблюдается у сварщиков после 10–15 лет работы в условиях превышения допустимых концентраций свыше шести раз. Именно поэтому действующими в стране санитарными требованиями выполнение сварки без местной вытяжной вентиляции не допускается.

На сварочном участке сосредоточено наибольшее количество оборудования, от которого происходит выделение таких вредных веществ, как: сварочный аэрозоль, пыль, фтор, марганец и его окислы, фтор и фтористые фториды, фтористый водород, хромовые соединения, окись углерода, никель и его окись. На территории сварочного участка расположены трансформаторы сварочные, а также стенды для сварки и столы сварщика.

Методы и материалы

Нами была запроектирована система вентиляции для промышленного здания ООО «Раскона». В его цехах имеются выделения различных видов вредных веществ при сварке и газовой резке металла, что послужило основанием для подбора местных отсосов. Также устроена общеобменная вытяжная вентиляция в виде крышных вентиляторов. Для каждого целевого отделения разработана отдельная система притока воздуха, кроме того, недостающая часть воздуха в теплый период подается в помещение через окна.

Проектируемый объект – сварочный цех промышленного здания, общая площадь которого составляет $S = 776,4 \text{ м}^2$. Фасад здания ориентирован на север. В цеху имеется два проема, которые так же ориентированы на север. Здание состоит из трех частей: сварочного отделения, механического отделения и заточного участка. Общий объем здания 2878 м^3 . Помещение данного производственного здания разделено на три основных участка, на которых расположено опре-

деленное оборудование, соответствующее технологическому процессу, совершаемому на этом участке. Механическая общеобменная приточная система вентиляции подает воздух в сварочный и механический участки с температурой 19,5 °С, при этом расход системы составляет 32130 м³/ч. В заточный участок по наружным стенам здания на высоте 7 м от уровня пола проведена система П2 с температурой приточного воздуха 15,1 °С, расход системы составляет 3440 м³/ч.

Естественная вентиляция осуществляется посредством аэрации в летний период года. Местные отсосы были предусмотрены от столов сварщика, от стола для резки металла, от машины точечной сварки, от заточных, шлифовальных и алмазно-заточных станков, а также от заточного полуавтомата. Для перемещения воздуха от местных отсосов в окружающую среду используют центробежный вентилятор [5].

В производственном помещении предусматривается общеобменная вытяжная вентиляция в верхней зоне, осуществляемая при помощи крышных вентиляторов, установленных на кровле здания. В сварочном участке имеются двое раздвижных ворот. Были предусмотрены тепловые завесы шиберного типа периодического действия. Это вентиляционные устройства для защиты проемов в ограждающих частях здания от прорывания в помещение холодного воздуха.

Результаты исследования

В результате исследований произведены расчеты воздухозаборных решеток и выбрана решетка типа ЖМ-5 в количестве трех штук. Для сварочного участка подобраны пять крышных вентиляторов КРОВО-5, скорость 1388 об/мин, мощность 2,2 кВт, напряжение 220/380 В. Также были выбраны завесы

типа ЗВТЗ-1, суммарная производительность которых по воздуху 39000 кг/ч, а по теплу 368200 Вт.

Выводы

Таким образом, рассчитанная система вентиляции в ООО «Раскона» должна устранять вредные вещества, обеспечивать микроклимат в помещении, согласно санитарным нормам, а также устранять химические компоненты.

Список литературы

1. Афанасьева, О. С. Экспертиза условий труда: специальная оценка условий труда на предприятиях : учебное пособие / О. С. Афанасьева, О. В. Тихонова. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. – 180 с.
2. Баркалов, Б. В. Внутренние санитарно-технические устройства. – Ч. 3: Вентиляция и кондиционирование воздуха / Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов [и др.]. – 4-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Стройиздат, 2018. – 416 с.
3. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» (введ. 2003-06-15). – Москва : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 210 с.
4. Отчет о проведении специальной оценки условий труда в ООО «Раскона» от 01 декабря 2017. – 55 с.
5. Сазонов, Э. В. Вентиляция. Теоретические основы расчета : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Э. В. Сазонов. – 2-е издание. – Москва : Высшая школа, 2021. – 202 с. – URL: <https://urait.ru/viewer/ventilyaciya-teoreticheskie-osnovy-rascheta-471328#page/1> (дата обращения: 11.12.2021).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 128–132.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 128–132.

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Научная статья
УДК 331.4(571.64)

ИССЛЕДОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ АВАРИЙ ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ
СТАНЦИИ «САХАЛИН» САХАЛИНСКОГО ЛПУМТ
ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК»

Наталья Федоровна Двойнова¹, Ангелина Леонидовна Черенкова²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Dnfsach@yandex.ru

² Студентка 4-го курса направления подготовки «Техносферная безопасность» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, angelina_cherencova@mail.ru

Аннотация. В статье представлены анализ поражающих факторов, условий возникновения и развития аварий, описание технологической площадки ГКС Сахалин ПП «Северо-Сахалинская» Сахалинского ЛПУМТ ООО «Газпром Трансгаз Томск». В качестве наиболее опасных сценариев аварии на ГКС могут являться аварии, сопряженные с нанесением социально-го ущерба персоналу станции, и аварии, сопряженные с нанесением материального ущерба.

Ключевые слова: поражающий фактор, авария, сценарий

Для цитирования: Двойнова Н. Ф., Черенкова А. Л. Исследование сценариев аварий газокomppressorной станции «Сахалин» Сахалинского ЛПУМТ ООО «Газпром Трансгаз Томск» // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 128–132.

TECHNOSPHERE SAFETY: RISK ANALYSIS, PREDICTION AND MODELING OF HAZARDOUS
TECHNOLOGICAL PROCESSES, LABOR CONDITIONS AND SAFETY

Original article

INVESTIGATION OF ACCIDENT SCENARIOS OF THE SAKHALIN GAS
COMPRESSOR STATION OF THE SAKHALIN LPUMTOO
"GAZPROM TRANSGAZ TOMSK"

Natalia F. Dvoynova¹, Angelina L. Cherenkova²

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Dnfsach@yandex.ru

² 4th year student in the field of training "Technosphere Safety", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, angelina_cherencova@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of damaging factors, conditions for the occurrence and development of accidents, a description of the technological site of the Sakhalin GCS PP «Severo-Sakhalinskaya» of the Sakhalin LPUMT LLC "Gazprom Transgaz Tomsk". Accidents involving social damage to the station personnel and accidents involving material damage have been accepted as the most dangerous accident scenarios at the GCS. As the most probable – emergency situations characterized by a high frequency of implementation.

Key words: damaging factor, accident, scenario

For citation: Dvoinova N. F., Cherenkova A. L. Investigation of accident scenarios of the Sakhalin gas compressor station of the Sakhalin LPUMTOO "Gazprom Transgaz Tomsk" // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 128–132.

Введение

Безопасность – главная потребность человека для нормальной жизнедеятельности [1, 3]. Соблюдение требований охраны труда и учет всевозможных угроз являются одними из ключевых элементов безопасности. В этой связи актуальным является разработка плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛЛПА). ПМЛЛПА – документально оформленный комплекс предварительно проработанных действий по обеспечению безопасности людей и локализации аварии на ранних стадиях ее возникновения и совокупности мероприятий по ее скорейшему устранению, разработанных на основании производственно-технологических характеристик предприятия.

ПМЛЛПА на опасных производственных объектах предусматривает порядок действий производственного персонала и специальных служб в период аварий, направленных на локализацию и минимизацию последствий аварий, а также меры по спасению персонала и эвакуации в безопасное место людей, непосредственно не участвующих в ликвидации аварии. Для разработки такого плана необходимо выявить все вероятные сценарии аварий на опасных производственных объектах [2].

Методы и материалы

Для обнаружения возможных аварий необходимо рассмотреть опасные производственные факторы, присущие объекту. Основными поражающими факторами при аварии на объектах головной компрессорной станции «Сахалин» являются: термическое поражение при пожаре, горении струи, избыточное давление во фронте воздушной ударной волны при взрыве топливно-воздушного облака и токсическое поражение опасными веществами.

Площадка компрессорной станции ГКС «Сахалин» относится к третьему классу опасности. Газоизмерительная станция, которая служит для измерения расхода газа, состоит из:

- пяти блоков фильтров – сепараторов БФС-10/21-У1 на номинальную производительность 21 млн.м³/сут. каждый, оснащенных коалесцирующими фильтроэлементами и мультициклонами, рассчитанными на двухступенчатое удаление твердых механических примесей и капельной влаги;
- емкости сбора продуктов очистки газа $V = 25 \text{ м}^3$;
- резервуара надземного цилиндрического вертикального под налив для светлых нефтепродуктов с плоским днищем $V = 3 \text{ м}^3$;

- резервуара подземного $V = 1,5 \text{ м}^3$;
- трубопроводов.

Технологическая площадка компрессорного цеха «ГКС "Сахалин"» имеет модульную компоновку, предусматривающую использование технологических модулей в качестве технологически самостоятельных составляющих, обеспечивающих процесс перекачки транспортируемого газа [4, 5, 6].

Результаты исследования

Результаты анализа условий возникновения и развития аварий, включающих перечень факторов и основных возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий и травматизма на ОПО Сахалинского ЛПУМТ ООО «Газпром Трансгаз Томск», представлены в таблице 1.

В соответствии с факторами, способствующими возникновению и развитию аварий, можно выделить возможные сценарии аварий на технологическом оборудовании компрессорной станции. Они подразделяются в пять групп типовых сценариев по признакам обращающихся опасных веществ, видов и особенностей расположения оборудования:

- 1) группа сценариев для оборудования типа ГП (подземные технологические газопроводы) – Ci (ГП);
- 2) группа сценариев для оборудования типа ГНН (надземные наружные газопроводы) – Ci (ГНН);
- 3) группа сценариев для оборудования типа ГНВ (надземные внутренние газопроводы) – Ci (ГНВ);
- 4) группа сценариев для оборудования типа ЖС (технологические жидкостные трубопроводы и оборудование горючих термодинамически стабильных жидкостей) – Ci (ЖС);
- 5) группа сценариев для оборудования типа ЖН (технологические жидкостные трубопроводы и оборудование горючих нестабильных жидкостей) – Ci (ЖН).

Краткое описание наиболее опасных и наиболее вероятных аварий на компрессорной станции ГКС «Сахалин» приведено в таблице 2.

Размеры зон действия основных поражающих факторов возможных аварий на ОПО определялись на основе методических рекомендаций: руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей»; методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ»; СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-351-2009 [7].

Таблица 1

**Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий
на компрессорной станции ГКС «Сахалин»***

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
1. Высокие значения параметров технологического процесса. 2. Пожаро-, взрывоопасные свойства веществ, обращающихся в компрессорных цехах. 3. Обращение в технологическом процессе значительных количеств опасных веществ. 4. Высокая концентрация оборудования на ограниченной территории. 5. Значительная протяженность трубопроводов. 6. Большое количество запорной и регулирующей арматуры. 7. Нестационарность процессов компримирования газа	1. Дефекты оборудования, труб и арматуры. 2. Коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов. 3. Физический износ, механическое повреждение или температурная деформация оборудования и трубопроводов. 4. Вибрационное разрушение. 5. Помпаж. 6. Прекращение подачи энергоресурсов. 7. Нарушение правил эксплуатации. 8. Брак строительно-монтажных работ. 9. Внешние воздействия природного и техногенного характера. 10. Отсутствие контроля за технологическим процессом. 11. Преднамеренные действия

* *Примечание:* составлено автором.

Таблица 2

**Наиболее опасные и наиболее вероятные аварии
на компрессорной станции ГКС «Сахалин»***

Наименование декларируемого объекта	Возможные сценарии аварий на декларируемых объектах	
	наиболее опасная	наиболее вероятная
ГКС «Сахалин»	Струевое горение газа при разрушении выходного сборного газопровода ГПА (участок газопровода-шлейфа на производственной площадке). Сценарий С2(ГНН)	Струевое горение газа при разрушении нагнетательного газопровода-шлейфа (трасса). Сценарий С2(ГП)
	Выброс газа при разрушении нагнетательного газопровода-шлейфа. Сценарий С3(ГП), С4(ГП)	

* *Примечание:* составлено автором.

Размеры вероятных зон действия поражающих факторов наиболее опасных и вероятных аварий на опасных производственных объектах Сахалинского ЛПУМТ ООО «Газпром Трансгаз Томск» приведены в таблице 3.

Выводы

Изложив характеристику аварийности и травматизма и описав возможные сценарии аварий на ГКС «Сахалин» ПП «Северо-Сахалинская», было выявлено, что основными поражающими факторами при аварии на объек-

тах промышленной площадки являются: высокие значения параметров технологического процесса, большая виброн нагруженность технологической обвязки ГПА, обращение в технологическом процессе значительных количеств опасных веществ, значительная концентрация оборудования на ограниченной территории, нестационарность процессов компримирования газа. Фактором, обеспечивающим снижение масштабов опасных последствий аварий на площадках компрессорных станций, является отсутствие сторонних

Таблица 3

**Размеры вероятных зон действия поражающих факторов аварий
на компрессорной станции ГКС «Сахалин»***

Параметр поражения	Наиболее опасный сценарий		Наиболее вероятный сценарий
	Струевое горение газа при разрушении выходного сборного газопровода ГПА (участок газопровода-шлейфа на производственной площадке)	Выброс газа без возгорания при разрушении нагнетательного газопровода-шлейфа	Струевое горение газа при разрушении нагнетательного газопровода-шлейфа (трасса)
<i>Диффузионное горение струй газа при разгерметизации газопровода (СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-351-2009)</i>			
Сценарии С2 (ГП). С (ГНН2) Струевые пламена			
Длина факела, м	642	–	642
Диаметр факела, м	167	–	167
Глубина зоны безвозвратных потерь, м	705	–	705
<i>Образование зоны загазованности при разгерметизации газопровода (СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-351-2009)</i>			
Сценарий С3 (ГП). Колонный выброс			
Высота зоны загазованности, м	–	603	–
Диаметр зоны загазованности, м	–	301	–
<i>Сценарий С4 (ГП). Струевой выброс</i>			
Длина зоны загазованности, м	–	642	
Ширина зоны загазованности, м	–	167	

* *Примечание:* составлено автором.

организаций и населенных пунктов в непосредственной близости от КС.

В качестве наиболее опасных сценариев аварии на ГКС могут являться аварии, сопряженные с нанесением социального ущерба персоналу станции, и аварии, сопряженные с нанесением материального ущерба. В качестве наиболее вероятных сценариев – аварийные ситуации, характеризующиеся высокой частотой реализации.

Список литературы

1. ВСН 012-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ». – Часть II: «Формы документации и правила ее оформления в процессе сдачи-приемки». – Москва : ВНИИСТ (с изменениями на 11.03.1990 г.). – 151 с.
2. Егоров, А. Ф. Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических и нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств / А. Ф. Егоров,

Т. В. Савицкая. – Москва : КолосС, 2018. – 526 с.

3. Кукин, В. Л. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда / В. Л. Кукин. – Москва : Высшая школа, 2017. – 439 с.

4. РД 03-409-01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (утв. постановлением Госгортехнадзора России № 37 от 24.08.01 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/bcode/469912> (дата обращения: 09.02.2022).

5. РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/bcode/469912> (дата обращения: 15.03.2022).

6. РД 08-204-98 «Порядок уведомления и представления территориальным органам Госгортехнадзора информации об авариях, аварийных утечках и опасных условиях эксплуатации объектов магистрального трубопроводного транспорта газов и опасных

жидкостей» [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/bcode/469912> (дата обращения: 08.02.2022).

7. Стандарт охраны труда и экологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://sot1.ru> (дата обращения: 25.05.2022).

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

**ПЕДАГОГИКА
БЕЗОПАСНОСТИ:
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ**

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 134–137.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 134–137.

ПЕДАГОГИКА БЕЗОПАСНОСТИ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья
УДК 37.016:614

**МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАНИЙ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА
НА УРОКАХ ОБЖ**

Светлана Владимировна Абрамова¹, Дарья Александровна Кучина²

¹ Доктор педагогических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Abramova_sv@list.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Безопасность жизнедеятельности и технология» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, dasha-dol@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются некоторые аспекты применения заданий краеведческого характера, которые можно реализовать в рамках изучения школьного курса «ОБЖ». Рассмотрены теоретические основания применения краеведческого материала в обучении. Сделан вывод о возможности использования краеведческого материала при обучении в школьном курсе «ОБЖ».

Ключевые слова: краеведение, задания краеведческого характера, безопасность жизнедеятельности

Для цитирования: Абрамова С. В., Кучина Д. А. Методика реализации заданий краеведческого характера на уроках ОБЖ // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 134–137.

SECURITY PEDAGOGY: SCIENCE AND EDUCATION

Original article

**METHODOLOGY FOR THE IMPLEMENTATION OF TASKS OF A LOCAL HISTORY NATURE
IN THE LESSONS OF OBZH**

Svetlana V. Abramova¹, Darya A. Kuchina²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Abramova_sv@list.ru

² 3th year student in the field of training "Pedagogical education" profile "Life safety and technology", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, dasha-dol@mail.ru

Abstract. The main objective of the OBZH course is possible and necessary to implement on local history material, because it contributes to the formation and development of students' knowledge, skills and abilities on safe behavior in their daily lives and in various dangerous and emergency situations of a global, regional and especially local (local) nature.

Key words: local history, tasks of a local history nature, life safety

For citation: Abramova S. V., Kuchina D. A. Methodology for the implementation of tasks of a local history nature in the lessons of OBZH // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 134–137.

Введение

Анализ литературы показал, что в настоящее время перед российским обществом стоит важная и актуальная задача, связанная с приобщением подрастающего поколения к историческим ориентирам, формирующим патриотическое отношение подрастающего поколения. Это находит реализацию в формировании как культуры безопасного поведения, так и формировании общекультурных ценностей в области литературы, искусства, истории и природы родного края. Тем самым у детей должны формироваться ориентиры экологической культуры, которые, по мнению С. И. Махова, сегодня продолжают считаться ведущим направлением развития современного школьного образования [4]. Соответственно, в современных школьных курсах такие тенденции должны находить отражение в содержании поурочных планов. В этой связи вопросы экологизации и краеведения занимают особое место в содержании школьного образования и могут являться одним из важных направлений совершенствования предметного обучения.

Современный курс «Основы безопасности жизнедеятельности» призван обеспечить всестороннее понимание опасных и чрезвычайных ситуаций, возникающих в процессе человеческой деятельности, и мер защиты от их последствий. Недостаточные возможности по обеспечению безопасности жизнедеятельности в условиях реального мира (например, в условиях природной, технологической или социальной среды) позволяют утверждать о негативном воздействии их на здоровье людей, проживающих на некоторой территории и в определенном месте. В этом контексте становится очевидной необходимость изучения ОБЖ на основе местных источников, к которым относятся конкретные факты о характеристиках и особенностях природной, социальной и техногенной среды родного края.

Использование методов краеведения в школьной практике изменяет и результаты преподавания предмета [1]. Развитие познавательных интересов учащихся, а также знаний по экологии и краеведению, чувства бережного отношения к природе в целом и местной природе в частности рассматривается в отдельных разделах школьного курса «ОБЖ». Так, например, в ходе поиска ответов на вопросы, связанные непосредственно с правилами поведения при пожаре в лесу на территории Сахалинской области или выявления характеристик и качества водных ресурсов в Южно-Сахалинске, школьники будут активно погружаться в проблемные ситуации, поскольку эти ситуации им знакомы в силу того, что обучающиеся могли сталкиваться с ними лично.

Результаты исследований

В ходе проведенного анализа литератур-

ных источников, методических и научных публикаций нами было установлено, что работа учащихся с заданиями краеведческого характера является важным элементом развития их предметных знаний. Это особенно актуально при рассмотрении типовых опасных ситуаций в ходе изучения разделов школьного курса «ОБЖ».

Также нами было определено, что уровень познавательной активности школьников зависит от разнообразия и качества подготовки задания краеведческого характера (применения заданий различного типа, направленных на понимание причинно-следственных связей, умение анализировать события и явления, обобщать полученную в ходе научного поиска информацию и др.) [2]. Тем самым уместно говорить о некоей упорядоченной и логически выстроенной системе заданий, в основу которой вкладывается материал краеведческого содержания [3].

В качестве примеров можно привести следующие задания (см. табл. 1).

Выводы

Таким образом, мы считаем, что разработанная нами система заданий краеведческого характера может быть использована для определения уровня знаний обучающихся по основам безопасности жизнедеятельности. Кроме того, данные задания позволят повысить уровень самостоятельности обучающихся, а применение краеведческого материала в общеобразовательной школе позволяет расширить содержание педагогической деятельности новыми методами и приемами обучения.

Список литературы

1. Атлас Сахалинской области «Люби и знай свой край». Для учащихся начальных классов / главный редактор С. Н. Сафронов. – Москва : Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. – 32 с.
2. Абрамова, С. В. Безопасность жизнедеятельности: теория, методика, практика, культура (словарь-справочник) / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров, А. С. Ломов // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 89–90.
3. Абрамова, С. В. Теория и методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2012. – 244 с.
4. Махов, С. И. Краеведческая подготовка в условиях регионализации образования // Эколого-педагогическое образование: проблемы и перспективы развития : сборник материалов научно-практической конференции, 30 января – 1 февраля 2001 г. / С. И. Махов. – Санкт-Петербург : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2001. – С. 206–208.

Таблица 1

Последовательность включения системы заданий краеведческого характера в уроки ОБЖ*

Тема урока	Этапы урока	Задания краеведческого характера	Методы и методические приемы обучения
Понятия аварии, катастрофы, чрезвычайной ситуации техногенного характера, их классификация	Формирование новых знаний, умений и навыков	Приведите примеры предприятий на территории Сахалинской области, которые могут представлять опасность? Перечислите производственные аварии, которые могут произойти на территории Сахалинской области? Могут ли на территории области произойти аварии, связанные с опасными природными явлениями Сахалинской области?	Беседа
	Домашнее задание	1. <i>Задания:</i> составьте сообщение об авариях техногенного происхождения (катастрофах), которые происходили на территории Сахалинской области или г. Южно-Сахалинска. 2. Найдите информацию о расположении потенциально опасных объектов на территории Сахалинской области или г. Южно-Сахалинска. 3. Напишите доклад об авариях и катастрофах, которые реально случились на территории Сахалинской области или г. Южно-Сахалинска, и раскройте основные причины их возникновения	Самостоятельная работа
Основные характеристики ЧС техногенного происхождения и их последствий	Закрепление полученных знаний на уроке	1. Расскажите о техногенных авариях и катастрофах, которые могут произойти на территории Сахалинской области или г. Южно-Сахалинска. Проранжируйте аварии и катастрофы (по убыванию степени вероятности их возникновения). 2. В каких случаях аварии на предприятиях Сахалинской области могут перерасти в ЧС? 3. Могут ли отдельные природные явления служить причиной возникновения ЧС техногенного происхождения? Заполните схему: 	Самостоятельная работа по вопросам повышенной трудности
Пожары	Развитие умственных способностей, умений и навыков	Известно, что горение может быть остановлено различными способами. Перечислите их: 1) при пожаре в многоквартирном доме г. Южно-Сахалинска; 2) при пожаре, произошедшем на нефтегазовом месторождении северной части о. Сахалин	* – задание повышенной трудности
		<i>Задание:</i> с помощью информационных ресурсов сети Интернет определите, какие группы возгораемости веществ и материалов на территории Сахалинской области используются в сфере производства?	Домашнее задание

Продолжение таблицы 1

Тема урока	Этапы урока	Задания краеведческого характера	Методы и методические приемы обучения					
Взрывы	Закрепление полученных на уроке знаний	<i>Задание 1:</i> составьте письменный ответ на следующие вопросы: 1. Какие объекты промышленности на территории Сахалинской области можно отнести к взрывоопасным? 2. Можно ли взрывоопасные объекты Сахалинской области отнести и к пожароопасным? При обосновании ответа приведите конкретные примеры. <i>Задание 2:</i> 1. Составьте схему (план) предупреждения людей при угрозе взрыва на предприятии в условиях Сахалинской области. 2. Составьте схему (план) действий при внезапном взрыве на предприятии в условиях Сахалинской области	Самостоятельная работа					
Экология и экологическая безопасность	Формирование новых знаний, умений и навыков	Ответьте на предложенные вопросы: 1. Какое воздействие может оказывать человек на окружающую природную среду Сахалинской области? 2. Какие источники загрязнения окружающей среды Сахалинской области вы знаете? 3. Влияют ли на загрязнение окружающей среды Сахалинской области какие-либо природные факторы?	Беседа					
	Домашнее задание	Заполните предложенную таблицу о степени влияния на окружающую природную среду предприятий на территории Сахалинской области (г. Южно-Сахалинска). <table><tr><td>Примеры предприятий</td><td>Каким образом предприятия оказывают воздействие на окружающую природную среду</td><td>Что бы вы предложили для улучшения экологической обстановки Сахалинской области</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> Составьте небольшое эссе: что конкретно я могу предложить для улучшения экологического состояния Сахалинской области	Примеры предприятий	Каким образом предприятия оказывают воздействие на окружающую природную среду	Что бы вы предложили для улучшения экологической обстановки Сахалинской области			
Примеры предприятий	Каким образом предприятия оказывают воздействие на окружающую природную среду	Что бы вы предложили для улучшения экологической обстановки Сахалинской области						

* *Примечание:* составлено автором.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 138–141.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 138–141.

ПЕДАГОГИКА БЕЗОПАСНОСТИ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья
УДК 37.016:614

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСКУРСИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
В ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ ОТРЯД ИМЕНИ В. А. ПОЛЯКОВА МЧС РОССИИ
ПО САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Светлана Владимировна Абрамова¹, Анна Сендоновна Пак²

¹ Доктор педагогических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Abramova_sv@list.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Безопасность жизнедеятельности и технология» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, metalpack612@gmail.com

Аннотация. В настоящее время педагогическая наука продолжает искать эффективные образовательные формы, методы, технологии для осуществления качественного образовательного процесса. Значительную роль в этом играют хорошо зарекомендовавшие различные внеклассные формы образовательной деятельности. Огромную роль в образовании играет такая форма организации деятельности обучающихся, как экскурсия.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, поисково-спасательный отряд, средства спасения

Для цитирования: Абрамова С. В., Пак А. С. Организация экскурсии для обучающихся в поисково-спасательный отряд имени В. А. Полякова МЧС России по Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 138–141.

SECURITY PEDAGOGY: SCIENCE AND EDUCATION

Original article

**ORGANIZATION OF EXCURSIONS FOR STUDENTS TO THE V. A. POLYAKOV SEARCH
AND RESCUE SQUAD OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS
OF RUSSIA IN THE SAKHALIN REGION**

Svetlana V. Abramova¹, Anna S. Pak²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Life Safety of the Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Abramova_sv@list.ru

² 3th year student in the field of training "Pedagogical education" profile "Life safety and technology", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, metalpack612@gmail.com

Abstract. Currently, pedagogical science continues to search for effective educational forms, methods, technologies for the implementation of a high-quality educational process. A significant role in this is played by well-established various extracurricular forms of educational activity. A huge role in education is played by such a form of organization of students' activities as an excursion.

Key words: emergency situation, search and rescue team, means of rescue

For citation: Abramova S. V., Pak A. S. Organization of excursions for students to the V. A. Polyakov search and rescue squad of the ministry of emergency situations of Russia in the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 138–141.

Введение

В современном российском обществе особую актуальность приобретает гражданско-патриотическое воспитание, ведущей целью которого является формирование личности гражданина и патриота с присущими ему ценностями, взглядами, установками, мотивами деятельности и поведения. Данная цель охватывает весь образовательный процесс, пронизывает все структуры, интегрируя учебные занятия и внеурочную жизнь обучающихся, разнообразные виды деятельности.

Школьные экскурсии представляют учащимся уникальную возможность познакомиться с самыми разнообразными сферами жизнедеятельности человека. Для самих школьников – это возможность более глубоко и качественно усвоить учебный материал по многим учебным предметам школьной образовательной программы, расширить свой кругозор и воспитать определенные качества личности. Экскурсии вносят значительное

разнообразие в текущий образовательный процесс и могут ознакомить учащихся с такими интересными фактами, как, например, каким образом организованы быт, труд, деятельность людей различных профессий. Цель большинства учебных экскурсий – это не просто ознакомление с какими-либо фактами, а еще и воспитание любви к Родине, патриотизма, уважения к прошлому, истории страны. Целенаправленность показа, использование методических приемов делают взаимодействие человека и объекта полезным и эффективным в познавательном и воспитательном плане.

Результаты исследования

Анализ методической литературы показал, что при проведении тематических предметных экскурсий следует учитывать ее структуру, представленную на рисунке 1. Экскурсии бывают вводные (ознакомительные) по курсу или теме, разделу школьного

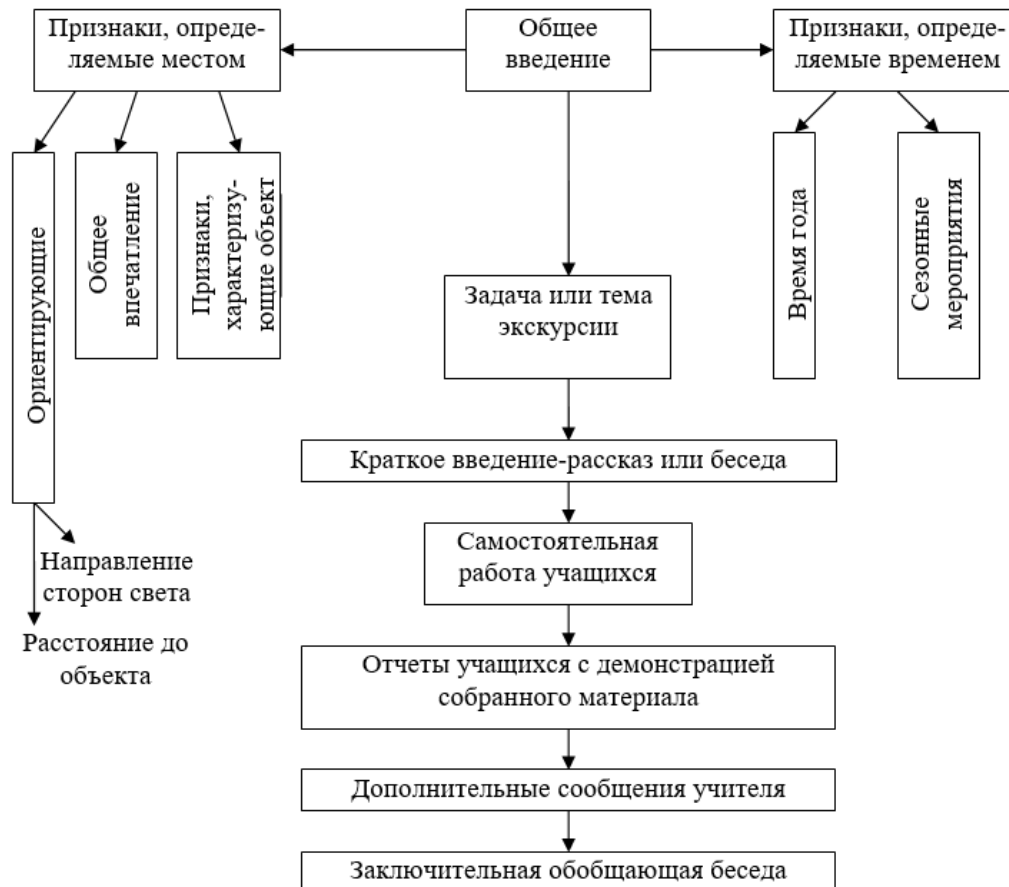


Рис. 1. Структура предметной экскурсии в курсе «ОБЖ» (рисунок авторов)

предмета, текущие, заключительные (обобщающие, повторяющие пройденный учебный материал) [2, 3]. Существуют определенные правила по технике безопасности при проведении тематических экскурсий.

Экскурсия в поисково-спасательный отряд имени В. А. Полякова МЧС России по Сахалинской области (ПСО) как форма организации деятельности по гражданско-патриотическому и военно-патриотическому воспитанию привносит в образовательный процесс значительное разнообразие. Вместе с тем ценность такой экскурсии при изучении курса «ОБЖ» несомненна, поскольку в ходе ее проведения происходит непосредственное знакомство с работой спасателя, способного вызвать интерес и уважение к профессии, привить основы безопасного поведения в экстремальных ситуациях.

История Сахалинского поисково-спасательного отряда насчитывает уже более 28 лет. Свои истоки ПСО берет с даты создания Сахалинской областной поисково-спасательной службы, которая в 1994 году состояла лишь из восьми человек. Сейчас штат работников отряда достигает 120 человек. Боевое крещение поисково-спасательной службы состоялось в октябре 1994 г., когда спасатели провели 23 дня на острове Шикотан, ликвидируя последствия землетрясения, но настоящей проверкой на прочность нового подразделения и его сотрудников был Невтегорск.

Проведение экскурсии базируется на следующих методических условиях.

1. Поэтапное включение экскурсий в содержание экспериментального обучения. Для этого мы использовали три основных этапа:

- первый этап – подготовительный этап методики организации и проведения экскурсии по безопасности жизнедеятельности в ПСО для учащихся;

- второй этап – методика проведения экскурсии по основам безопасности жизнедеятельности в ПСО для учащихся Сахалинской области;

- третий этап – подведение результатов/итогов экскурсии.

2. Последовательное включение материала в содержание и проведение экскурсии посредством разнообразных примеров и фактов, раскрывающих специфику деятельности подразделений пожарной охраны МЧС России, формирующих основные понятия пожарной безопасности.

3. Комплексное использование словесных, наглядных и практических методов с применением графических средств наглядности и технических средств обучения (таблиц, картин, схем, рисунков, фотографий, видеофильмов, слайдов и т. д.).

4. Введение в методику организации и

проведения экскурсий различных заданий, ответы на которые учащимся необходимо найти по ходу экскурсии или в ходе самостоятельной работы после ее проведения.

Любая экскурсия, проводимая на базе поисково-спасательного отряда МЧС России им. В. А. Полякова г. Южно-Сахалинска, в своей структуре включает три взаимосвязанные части: теоретическую, практическую и заключительную.

Теоретическая часть продолжительностью 20 минут включает изучение школьниками истории образования поисково-спасательного отряда имени В. А. Полякова в Сахалинской области; целей, задач, сил и средств спасения в поисково-спасательном отряде; организации и проведения поисково-спасательных работ в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера в условиях Сахалинской области.

На вступительной беседе сотрудник ПСО знакомит обучающихся с целью, задачами экскурсии. На данном этапе экскурсии целесообразно актуализировать (повторить) известные школьникам термины, понятия и определения, что позволяет сделать логический переход к конкретной теме экскурсии. Актуализация знаний обучающихся проводится в форме фронтальной беседы по вопросам: что такое чрезвычайные ситуации; каковы этапы оповещения людей вследствие возникновения чрезвычайных ситуаций и др.

Практическая часть продолжительностью 40 минут включает в себя следующие виды деятельности школьников: общее ознакомление с материально-технической базой поисково-спасательного отряда МЧС России им. В. А. Полякова в Сахалинской области; изучение аварийно-спасательной техники (ГАЗ-27057, КАМАЗ-4310, снегоход «Буран», судно на воздушной подушке «Хивиус-10» и т. д.); изучение специального оборудования поисково-спасательного отряда (защитная одежда и средства защиты, средства связи, приборы разведки и контроля, оборудование жизнеобеспечения, специальный инвентарь и др.), предназначенного для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Здесь необходимо также особое внимание уделить требованиям безопасности.

Далее школьники знакомятся с работой пункта оповещения населения о чрезвычайных ситуациях. Оперативный дежурный знакомит учащихся с формами и графиком несения дежурства, с тем оборудованием, которое должен иметь оперативный дежурный ПСС, знакомит обучающихся с устройством связи, порядком проведения радиопереговоров, чем необходимо руководствоваться, рассказывает о наиболее выгодных местах размещения радиосвязи и др.

В практической части экскурсии предлага-

гается школьникам выполнение заданий для самостоятельной работы. Задания могут быть различного содержания, в виде вопросов, проблемных ситуаций, заданий на моделирование и прогнозирование и другие, например:

1. Что необходимо иметь оперативному дежурному ПСС?

2. При выдвижении дежурной смены в зону ЧС что обеспечивает связь? И какова ее роль?

3. Предложите порядок проведения радиопереговоров и покажите их на практике.

4. Предложите модель быстрого и четкого развертывания узлов и станций связи в зоне ЧС.

5. Какие виды связи используются при возникновении ЧС природного и техногенного характера?

6. Как правильно выбрать место для развертывания радиостанций, установки антенн, определения рабочих и запасных частот?

7. Какие типы радиостанций применяются при ЧС? В чем их отличительные особенности?

8. В чем сущность и каким образом осуществляется работа радиостанций?

Заключительная часть экскурсии продолжительностью 15 минут подразумевает обобщающую беседу спасателей с обучающимися в форме «вопрос – ответ». Также происходит подведение итогов экскурсии, обобщенная беседа по вопросам, а по необходимости включается дополнительная информация.

В целом значимость данной экскурсии заключается в том, что школьники наглядно наблюдают имеющиеся средства и возможные способы оповещения или защиты населения Сахалинской области при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Обучающиеся осознают необходимость личной и общественной без-

опасности, убеждаются в огромной роли полученных на экскурсии знаний, умений и навыков.

Экскурсии на базу поисково-спасательного отряда МЧС России им. В. А. Полякова по Сахалинской области проводятся еженедельно и по разнообразной тематике. Сотрудники ПСО также рассказывают школьникам о правилах поведения на улице, дороге, в общественном транспорте и в любой другой возможной экстремальной ситуации [2].

Вывод

В заключение отметим, что уникальность экскурсий в курсе «ОБЖ» и особенно в организации, непосредственно занимающиеся спасательной деятельностью, состоит в том, что экскурсоводами становятся действующие спасатели, что вызывает неподдельный восторг и интерес к работе спасателя у юных экскурсантов.

Список литературы

1. Абрамова, С. В. Теория и методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / С. В. Абрамова. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2012. – 244 с.

2. Абрамова, С. В. Экскурсии в Поисково-спасательный отряд МЧС России по Сахалинской области как форма обучения школьников основам безопасности жизнедеятельности / С. В. Абрамова, В. В. Моисеев, Е. В. Баталов // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 9. – С. 93–95.

3. Абрамова, С. В. Методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров. – Южно-Сахалинск : Сахалинский государственный университет, 2016. – 128 с. – ISBN 978-5-88811-532-9.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 142–146.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 142–146.

ПЕДАГОГИКА БЕЗОПАСНОСТИ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья
УДК 37.016:614

**РЕАЛИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ
НА УРОКАХ ОБЖ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ**

Светлана Владимировна Абрамова¹, Екатерина Викторовна Петренко²

¹ Доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, abramova_sv@list.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Безопасность жизнедеятельности и технология» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, ekaterina.petrenko01@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено значение самостоятельной работы на уроках ОБЖ как средства организации обучающихся. Рассмотрены основные цели и значение самостоятельной работы. Представлены задания для проведения самостоятельной работы учащихся с использованием дополнительной литературы и интернет-ресурсов, которые в рамках исследования были объединены в виде определенной системы и апробированы в ходе педагогической практики.

Ключевые слова: самостоятельная работа, система заданий, обучение ОБЖ

Для цитирования: Абрамова С. В., Петренко Е. В. Реализация самостоятельных работ обучающихся на уроках ОБЖ в современной школе // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 142–146.

SECURITY PEDAGOGY: SCIENCE AND EDUCATION

Original article

**IMPLEMENTATION OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS
IN THE LESSONS OF OBZH IN A MODERN SCHOOL**

Svetlana V. Abramova¹, Ekaterina V. Petrenko²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, abramova_sv@list.ru

² 3th year student in the field of training "Pedagogical education", profile "Life safety and technology", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, ekaterina.petrenko01@mail.ru

Abstract. The article considers the importance of independent work in the lessons of life as a means of organizing students. The main goals and importance of independent work are considered. A system of tasks for independent work with the use of additional literature and Internet resources has been developed, which has been tested in the course of pedagogical practice.

Key words: independent work, task system, OBZH training

For citation: Abramova S. V., Petrenko E. V. Implementation of independent work of students in the lessons of OBZH in a modern school // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 142–146.

Введение

В настоящее время защищенность современного человека и общества является актуальной проблемой из-за расширения спектра угроз и опасностей от чрезвычайных ситуаций в быту, информационной, экологической и биологической сфере, социально-экономической сфере жизни личности, общества и государства [1]. Коренные изменения в сфере науки, техники и производства существенно изменили требования общества к качеству школьного предметного образования. Сегодня необходимы новые педагогические подходы, а также методы и методические приемы к решению проблем обеспечения безопасной жизни и деятельности человека, семьи, общества, государства и человечества в целом.

В современных условиях в системе образования подрастающего поколения особый акцент делается на повышение интеллектуального и творческого потенциала личности каждого учащегося. Этому способствует использование в организации предметного обучения различных видов заданий для самостоятельной работы школьников. Выполнение заданий для самостоятельных работ позволяет школьникам не только усвоить предусмотренный образовательной программой учебный материал, но и способствует развитию разнообразных качеств личности, основанных на анализе возникающих ситуаций и самостоятельном принятии решения, что, соответственно, находит отражение в УУД школьников. Вместе с тем усиление интегративных процессов в сфере науки, техники и производства и, как следствие этого – признание интеграции важнейшим философско-методологическим и дидактическим принципом обучения способствовали повышению интегративности содержания образования в области безопасности жизнедеятельности [4]. Это, в свою очередь, определяет совершенствование всей совокупности форм организации обучения школьников. Не являются исключением в данном вопросе и задания для самостоятельной работы учащихся курса «Основы безопасности жизнедеятельности», которые сегодня также должны строиться на основе широкой интеграции содержания обучения как внутрипредметного, так и межпредметного характера. Это учебный материал, в котором раскрываются такие вопросы, как промышленные аварии и катастрофы, ЧС техногенного характера и другие [3].

Как показал проведенный анализ, самостоятельные работы рассматриваются исследователями с различных позиций. Однако, рассматривая некоторые определения, можно заключить, что какого-либо единого подхода к пониманию этого педагогического явления нет. Это выражается и в основаниях

для классификации самостоятельной работы. Например, в отдельных работах авторов (Е. Петравский и др.) встречаются классификации, в соответствии с которыми самостоятельную работу соотносят с методами обучения. В научных исследованиях других авторов (например, А. Мягкова, И. Зверев) самостоятельная работа представляется как педагогический прием. Вместе с тем Г. Ковалева, Н. Максимова склонны полагать, что самостоятельная работа скорее представляет собой организационную форму [4]. В нашем исследовании мы будем опираться на определение самостоятельной работы как некоей учебной деятельности, которая осуществляется в ходе образовательного процесса в соответствии с целями и задачами образования с той или иной степенью самостоятельности обучающихся.

Результаты исследования

В ходе педагогической практики при проведении уроков ОБЖ нами были сделаны наблюдения, результаты которых были подвергнуты анализу. В ходе чего было выявлено преобладание теоретического материала (преимущественно в форме рассказа или лекции) с включением в качестве демонстрационного материала презентаций в виде мультимедиафрагментов и таблиц. Подобная методика, несмотря на свою общепризнанность, больше нацелена на передачу теоретических знаний учащимся. Вместе с тем данный материал в силу его несвязанности с реальными событиями ассоциируется у обучающихся с конкретными опасными ситуациями, причиной которых могут служить неправильные действия человека в техногенной или природной среде.

Анализируя педагогическую практику, мы выявили, что именно в ходе выполнения самостоятельной работы обучающиеся приобретают возможность не только повысить качество имеющихся знаний, но и получить новые. Полагаем, что имеются устойчивые взаимосвязи между стремлением обучающихся выполнять интересные учебные задания, при решении которых они самостоятельно ищут ответы на проблемные вопросы, вспоминают уже пройденный учебный материал и тем самым стараются запомнить новый.

При этом более эффективным процесс самостоятельного изучения становится, если задания, которые предлагаются обучающимся, строятся в некоторой логике и систематизированы на основе взаимосвязанных видов работ, отвечающих общим задачам образовательного процесса.

Соответственно, нами были разработаны и предложены задания для самостоятельной работы, которые были апробированы в ходе педагогической практики (табл. 1).

Таблица 1

Система заданий для самостоятельной работы обучающихся на уроках ОБЖ*

[illegible]

Продолжение таблицы 1

Тема, цель урока	Этапы урока	Примеры заданий для обучающихся										
1	2	3										
Причины гидродинамических аварий и их последствия	Домашнее задание	<i>Задание:</i> используя словари-справочники по безопасности жизнедеятельности, раскройте понятия: <table><tr><th>Понятие</th><th>Определение</th></tr><tr><td>Поражающий фактор</td><td></td></tr><tr><td>Волна прорыва</td><td></td></tr><tr><td>Затопление местности</td><td></td></tr><tr><td>Вторичные поражающие факторы гидродинамических аварий</td><td></td></tr></table>	Понятие	Определение	Поражающий фактор		Волна прорыва		Затопление местности		Вторичные поражающие факторы гидродинамических аварий	
	Понятие	Определение										
	Поражающий фактор											
	Волна прорыва											
Затопление местности												
Вторичные поражающие факторы гидродинамических аварий												
Развитие умственных способностей, умений и навыков (закрепление)	<i>Задание:</i> напишите сообщение, в котором отразите следующие сведения: о плотинах на территории Российской Федерации (их характеристики, вероятные причины опасных ситуаций, возможные последствия для мест расположения, территории и населения) <i>Задание:</i> с помощью рабочей тетради по ОБЖ выполните задание: перечислите причины, по которым чаще всего происходят гидродинамические аварии, а также последствия этих аварий: а) причины – _____ б) последствия – _____											
Самостояте- льная работа с учебником	<i>Задание:</i> с помощью рабочей тетради по ОБЖ выполните задание: из приведенных ниже выберите и подчеркните те поражающие факторы, которые характерны для гидродинамических аварий: <i>ударная волна, резкое изменение климата, затопление местности, волна прорыва, волна отрыва, гидрополя, повышение температуры, заболачивание местности, понижение температуры.</i> <i>Задание:</i> используя учебник «ОБЖ», выполните задание: 1. Выберите среди перечисленных ниже причин аварий те, которые характерны для гидродинамических аварий: а) неправильная эксплуатация сооружения; б) отсутствие специальных приборов, указывающих на повышение давления воды; в) разрушение основания гидротехнического сооружения; г) военные действия; д) внезапная остановка турбин на гидроэлектростанциях; е) недостаточность водосбросов. Какие причины аварий на гидротехнических сооружениях не указаны среди перечисленных? Назовите их и дайте их характеристику											

* *Примечание:* составлено автором.

Вывод

Таким образом, самостоятельная работа обучающихся, проводимая с использованием системы заданий для самостоятельного решения, позволяет более качественно ор-

ганизовать учебно-воспитательный процесс за счет активации самостоятельной познавательной деятельности, творческого подхода и на основе системного изучения учебного материала.

Список литературы

1. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Издательство «Юрайт», 2017. – 702 с. (Серия: Бакалавр. Академический курс).

2. Мягкова, А. Н. Организация учебной деятельности школьников на уроках биологии / А. Н. Мягкова, Е. Т. Бровкина, Г. С. Калинова [и др.]. – Москва : Просвещение, 1988. – С. 5–25.

3. Абрамова, С. В. Основные принципы развития образовательного пространства «Безопасность жизнедеятельности» / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров // В мире научных открытий. – 2010. – № 4–2 (10). – С. 58–60.

4. Абрамова, С. В. Теория и методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / С. В. Абрамова. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2012. – 244 с.

5. Максимова, В. Н. Совершенствование процесса обучения / В. Н. Максимова. – Москва : Просвещение, 1984. – 208 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 147–150.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 147–150.

ПЕДАГОГИКА БЕЗОПАСНОСТИ: НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья
УДК 37.016:614(571.64)

ОРГАНИЗАЦИЯ КРУЖКА «ЮНЫЙ СПАСАТЕЛЬ» ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Владимировна Абрамова¹, Елена Андреевна Степанова²

¹ Доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, abramova_sv@list.ru

² Студентка 3-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Безопасность жизнедеятельности и технология» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, ekaterina.petrenko01@mail.ru

Аннотация. В современном мире происходит постоянное увеличение числа вызовов, опасностей и угроз. Это преимущественно связано с хозяйственной деятельностью человека. Важнейшим направлением по снижению уровня опасности, воздействующей на человека, является обучение населения основам обеспечения безопасности деятельности человека во всех сферах его существования. Это ведет к появлению новых и развитию существующих форм организации учебно-воспитательной деятельности школьников, в том числе в форме кружковой работы, организации образовательной деятельности. В этой связи в статье рассмотрены основы организации и проведения кружка в рамках содержания школьного предмета «Основы безопасности жизнедеятельности».

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, групповые внеурочные занятия

Для цитирования: Абрамова С. В., Степанова Е. А. Организация кружка «Юный спасатель» для обучающихся Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 147–150.

SECURITY PEDAGOGY: SCIENCE AND EDUCATION

Original article

ORGANIZATION OF THE CIRCLE "YOUNG LIFEGUARD" FOR STUDENTS OF THE SAKHALIN REGION

Svetlana V. Abramova¹, Elena A. Stepanova²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, abramova_sv@list.ru

² 3th year student in the field of training "Pedagogical education", profile "Life safety and technology", Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, ekaterina.petrenko01@mail.ru

Abstract. In the modern world, there is a constant increase in the number of challenges, dangers and threats. This is mainly related to human economic activity. The most important direction to reduce the level of danger affecting a person is to teach the population the basics of ensuring the safety of human activity in all spheres of its existence. This leads to the emergence of new and development of existing forms of organization of educational activities of schoolchildren, including in the form of circle work. organization of educational activities. In this regard, the article discusses the basics of organizing and conducting a circle within the content of the school subject "Fundamentals of life safety".

Key words: life safety, group extracurricular activities

For citation: Abramova S. V., Stepanova E. A. Organization of the circle "Young lifeguard" for students of the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 147–150.

Введение

Анализ литературы показал, что в настоящее время образование в области безопасности жизнедеятельности предназначено для формирования и развития у обучаемых целостного представления об опасных и чрезвычайных ситуациях, возникающих в процессе жизнедеятельности человека, и о мерах защиты от их последствий. Это связано с тем, что научно-технический прогресс и рост материального благополучия общества приводят к возрастанию риска аварий и катастроф технических систем, загрязнению биосферы в процессе производственной деятельности человека [2].

Содержание учебного предмета «ОБЖ» дает большие возможности для проявления творчества как со стороны учителя, так и со стороны школьников. Проявление творческих способностей учителя и учащихся наиболее полно возможно при проведении внеклассных занятий.

По богатству возможностей для проведения различных форм внешкольной и внеурочной работы школьный курс «ОБЖ» не имеет себе равных среди школьных предметов.

Результаты исследования

Современный образовательный процесс дает возможность обучающимся выбрать те или иные организационные формы, которые были бы наиболее удобны при получении знаний во внеурочной работе. Одной из востребованных форм организации внеклассной работы является кружок, в ходе которого учащиеся получают возможность расширить имеющиеся знания в области школьного предмета. Прием учащихся в кружок, как правило, осуществляется путем анкетирования учителем, при этом оценивается желание самих учащихся принять участие в работе кружка.

Следующим этапом является разработка плана работы и программы кружка с учетом интересов каждого ученика, возрастных особенностей учащихся, стремления личности к самопознанию и самосовершенствованию, выбора различных форм, видов, методов организации, постановки целей и задач и путей их реализации.

Наиболее актуальной, на наш взгляд, является организация в школе такой внеурочной деятельности, как групповые внеурочные занятия, например, кружок «Юный спасатель».

Программа кружка «Юный спасатель» является важным этапом обеспечения социаль-

ной защиты человека. Ее реализация призвана решительно повысить информированность детей в области чрезвычайных ситуаций, дать им практические рекомендации по защите и должна способствовать снижению смертности, заболеваемости и травматизма среди обучающихся от вредных и опасных факторов окружающей среды, помочь выработать у них психологическую устойчивость в чрезвычайных ситуациях, а также бережное отношение к себе и окружающей среде [3]. Актуальность программы кружка «Юный спасатель» состоит в том, что ее социально-педагогическая направленность ориентирована на воспитание гражданина «безопасного» типа поведения, знающего основы защиты человека и общества от современного комплекса опасных факторов и умеющего применить эти знания на практике.

Цель предметного кружка – заинтересовать обучающихся учебным предметом, углубить и расширить их знания, выработать умения и навыки экспериментирования, самостоятельной деятельности и способствовать воспитанию научного мировоззрения.

В кружке важно сочетать индивидуальную самостоятельную творческую и ответственную работу каждого учащегося с работой коллективной, общественной [1].

Нами был смоделирован план работы кружка «Юный спасатель» для обучающихся 9-го класса, который представлен в таблице 1.

Программа кружка «Юный спасатель» предполагает проведение занятий и использование активных, нестандартных форм работы через коллективно-творческую деятельность: соревнования «Школа безопасности», по оказанию первой доврачебной помощи «Чрезвычайная ситуация», по преодолению полосы препятствий, по пожарно-спасательному спорту, конкурсno-игровые программы, конкурс презентаций, мини-зарничка, экскурсии в пожарную часть города, Главное управление МЧС России по Сахалинской области, Поисково-спасательный отряд, встречи с врачами и пожарными.

Используя разнообразие форм проведения мероприятий, мы помогаем школьникам найти свое место в социуме, так как программа кружка нацелена на профориентацию, знакомство с профессиями: врач, пожарный, спасатель. Темы и разделы кружка «Юный спасатель» взаимосвязаны между собой и реализуются с учетом уже имеющихся знаний.

Ожидаемые и прогнозируемые конечные

Таблица 1

Учебный план работы кружка «Юный спасатель»*

№ п/п	Наименование тем	Первый год обучения	Второй год обучения	Методы и средства обучения
1.	Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность аварийно-спасательных служб и формирований МЧС РФ	1	–	Беседа, презентационный материал
2.	Общая подготовка	3	1	Беседа, видеоматериал
3.	Классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	5	5	Беседа, видеоматериал
4.	Техническое оснащение аварийно-спасательных формирований	1	1	Экскурсия в ПСО имени В. А. Полякова МЧС по Сахалинской области
5.	Медицинская подготовка	6	6	Теория и практика
6.	Психологическая подготовка	1	2	Тренинг
7.	Физическая подготовка	6	4	Практические занятия
8.	Основы автономного существования в различных климатогеографических условиях	4	6	Игровые занятия; беседа, походы в природную среду
9.	Основы здорового образа жизни	2	2	Игровые занятия, экскурсия в СПИД-центр г. Южно-Сахалинска
10.	Радиационная, химическая и биологическая безопасность (РХБЗ)	2	2	Беседа, просмотр видеоматериалов
11.	Гражданская оборона и ее задачи	3	3	Лекция, беседа, просмотр видеоматериалов
12.	Основы применения ПЭВМ	–	2	Лекция, тест
	Итого:	34	34	

* *Примечание:* составлено автором.

результаты выполнения: по окончании подготовки в соответствии с программой кружка «Юный спасатель» обучающиеся приобретают следующие знания, умения и навыки в организации спасательных мероприятий:

- знание специфики аварий, катастроф и стихийных бедствий региона, их поражающих факторов и последствий;

- знание принципов организации и порядка ведения аварийно-спасательных работ (АСР) при различных ЧС;

- знание способов поиска, извлечения и транспортировки пострадавших в различных условиях;

- знание основных схем и элементов конструкций промышленных и жилых зданий и сооружений, основных принципов устройства коммунально-энергетических сетей и возможных аварий на них;

- знание основ применения специальных аварийно-спасательных средств, оборудования, приборов, инструментов, приспособлений;

- знание приемов оказания первой доврачебной помощи, особенностей оказания первой медицинской помощи при переломах различной локализации, способов переноски и транспортировки пострадавших при различных переломах;

- знание основных средств для оказания первой помощи, способов страховки и само-страховки;

- знание основ передвижения по различной местности, основ выживания в различных климатических и природных условиях;

- знание основ радиосвязи;

- знание техники безопасности при выполнении АСР;

- знание основ техники безопасных методов работы в непригодной для дыхания зоне;

- знание своих индивидуально-психологических особенностей, методов и приемов управления собственным состоянием;

- умение прогнозировать ЧС, проводить мероприятия по предупреждению ЧС (на примере лесных пожаров);

- навыки ведения АСР при ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий;

- навыки ведения разведки местности и аварийных объектов экономики;

- умение применять и эффективно использовать спасательную технику, приборы, оборудование, СИЗ и средства связи;

- навыки пользования альпинистским и специальным оснащением при подъеме и спуске пострадавших с использованием полиспаста и различных спусковых и подъемных устройств;

- навыки оказания первой (доврачебной) помощи пострадавшим, работы с компасом и картой, ориентирования на местности в любое время суток, при различных погодных условиях.

Вывод

Таким образом, разработанная нами программа кружка «Юный спасатель» является

гармоничным дополнением не только школьного курса «ОБЖ», но и программ уже существующих кружков, так как может расширить теоретические знания школьников не только в области экологии, биологии, ОБЖ, химии, но и способствовать самоопределению и формированию социально-активной гражданской позиции, развить их творческие способности.

Мы считаем, что кружок «Юный спасатель» как форма организации учебно-воспитательной и внеурочной работы будет: решать конкретные учебно-воспитательные задачи по учебному предмету; использоваться для стимулирования и развития предметной деятельности обучающихся; удовлетворять интересы, склонности и потребности школьников; выступать основой развития личностных качеств и умений, в том числе качеств личности безопасного типа поведения.

Список литературы

1. Абрамова, С. В. Теория и методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / С. В. Абрамова. – Южно-Сахалинск : Издательство СахГУ, 2012. – 244 с.

2. Абрамова, С. В. Методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров. – Южно-Сахалинск : Сахалинский государственный университет, 2016. – 128 с.

3. Михайлов, Л. А. Теория и методика обучения безопасности жизнедеятельности : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. А. Михайлов, Э. М. Киселёва, О. Н. Русак [и др.] ; под редакцией Л. А. Михайлова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.

4. Скрубунов, В. Программа кружка «Юный спасатель» (для учащихся 8-х классов) / В. Скрубунов. – Режим доступа: <http://www.uchmet.ru/library/material/134805/>

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ,
НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ,
ПРАКТИКА**

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 152–154.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 152–154.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРАКТИКА

Научная статья
УДК 614

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ О ПРОФИЛАКТИКЕ COVID-19 У СТУДЕНТОВ**

Светлана Владимировна Абрамова¹, Екатерина Витальевна Митусова²

¹ Доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, abramova_sv@list.ru

² Магистрантка 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Социальная безопасность в городской среде» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, mitusov.vitalij@bk.ru

Аннотация. Современное состояние проблемы биологической безопасности в мире требует принятия всесторонних мер по снижению уровня угроз для населения. В последние годы актуализация проблемы биологической безопасности населения тесно связана с широким распространением возбудителей множества вирусных заболеваний, в частности, COVID-19. Одним из направлений по повышению уровня биологической безопасности населения является массовая просветительская работа, направленная на информирование населения по правильным действиям в условиях таких опасностей. Этим вопросам и посвящена данная статья.

Ключевые слова: биологическая безопасность, эпидемиологическая ситуация, вирусные инфекции

Для цитирования: Абрамова С. В., Митусова Е. В. Биологическая безопасность и ее значение для формирования знаний о профилактике COVID-19 у студентов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 152–154.

LIFE SAFETY: MODERN CHALLENGES, SCIENCE, EDUCATION, PRACTICE

Original article

**BIOSAFETY AND ITS IMPORTANCE FOR THE FORMATION OF KNOWLEDGE
ABOUT THE PREVENTION OF COVID-19 STUDENTS HAVE**

Svetlana V. Abramova¹, Ekaterina V. Mitusova²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, abramova_sv@list.ru

² 2nd year master's student in the field of training "Pedagogical Education", profile "Social security in the urban environment", Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, mitusov.vitalij@bk.ru

Abstract. The current state of the problem of biological security in the world requires the adoption of comprehensive measures to reduce the level of threats to the population. In recent years, the actualization of the problem of biological safety of the population is closely related to the widespread spread of pathogens of many viral diseases, in particular, COVID-19. One of the directions to increase the level of biological safety of the population is mass educational work aimed at informing the population on the right actions in the face of such dangers. This article is devoted to these issues.

Key words: biological safety, epidemiological situation, viral infections

For citation: Abramova S. V., Mitusova E. V. Biosafety and its importance for the formation of knowledge about the prevention of COVID-19 students have // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 152–154.

Введение

Исследования в области биологической безопасности, медицины и превентологии, основанные на статистических и аналитических данных последнего десятилетия, показывают, что современное общество продолжает оставаться не защищенным в отношении различных микроорганизмов, в том числе вирусов [1, 3, 5]. Следует отметить, что проблематика биологической опасности отнюдь не нова. Еще в 1972 году международным сообществом была принята Конвенция о биологическом и токсическом оружии (КБТО), в которой подчеркивается, что глобальная биологическая безопасность в отношении здоровья возможна благодаря эффективной коллаборации между странами путем эффективного обучения и устойчивого партнерства. В этой связи очень важно учитывать при построении образовательных программ на различных образовательных уровнях тенденции, связанные с необходимостью обеспечения биологической безопасности граждан. Большую роль в этом играет фактологический материал, который обязательно должен быть подкреплен материалами статистической отчетности и включать различные статистические данные о распространении биологических опасностей, последствиях их реализации и механизмах противодействия и профилактики болезней в целом, и COVID-19 и его новейших модификаций на основе применения методов контекстного анализа и синтеза. Все это позволит получить образовательный контент, адекватный уровню существующей угрозы.

Результаты исследования

Принимая во внимание текущую международную ситуацию с продолжающимся распространением COVID-19 и его мутаций, особую актуальность приобретает первичная профилактика мер защиты, реализация которой возможна через образовательный процесс посредством разработки комплексной программы «Биологическая безопасность».

Понимание важности ведения широкомасштабной профилактической работы в отношении биологических опасностей и угроз является осознанной необходимостью в современных непростых условиях, связанных с различного рода пандемиями. Это в значительной мере обуславливает необходимость разработки такой комплексной программы для различных специалистов, а также сту-

дентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Социальная безопасность». Содержание учебной программы должно включать актуальное знание о самой опасности, ее проявлениях и опасных факторах; защите населения и персонала организаций и предприятий от опасностей биологического происхождения; контроль над распространением и передачей биологически опасных материалов, профилактические мероприятия в условиях воздействия на человека биологических опасностей, в частности, пандемии и др. При изучении программы студенты приобретают знания и умения по следующим разделам данной проблемы: потенциал международного сотрудничества в области биологической безопасности; вопросы биологической безопасности, связанные с возникновением инфекционных заболеваний; правила реагирования на угрозу биологических заболеваний; анализ и оценка биологических рисков и др. Кроме того, студенты при изучении данной программы получают знания о санитарно-эпидемиологической обстановке (эпидемии, пандемии, карантин, массовые отравления людей биологическими агентами и т. д.), характеристиках возможных патогенных микроорганизмов.

Целью образовательной программы является формирование у студентов устойчивых знаний в вопросах биологической безопасности, а также навыков по биологической защите в условиях пандемии COVID-19 и управлению биологическими рисками.

Такая образовательная программа становится частью методической системы подготовки специалистов в образовательной области безопасности жизнедеятельности [2]. А это, в свою очередь, коррелирует с ноcологическим пониманием проблемного вопроса о том, что современная геополитическая обстановка в мире требует уточнения содержательного компонента образовательных программ [3]. Для формирования когнитивного компонента изучаются следующие темы программы:

1. Классификация опасных биологических агентов.
2. Основные характеристики биологически опасных объектов.
3. Основные положения биологической безопасности и биологической защиты.
4. Биологические риски и процессы управления ими.
5. Обеспечение безопасности и защиты от биологически опасных организмов.

6. Стратегия и тактика биологической защиты помещений и объектов социальной инфраструктуры.

Вывод

Таким образом, разработанная и реализованная образовательная программа может стать основой для проведения профилактических мероприятий для широкого круга лиц, что является особо актуальным в условиях пандемии COVID-19.

Список литературы

1. Абрамова, С. В. Основные принципы развития образовательного пространства «Безопасность жизнедеятельности» / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров // В мире научных открытий. – 2010. – № 4–2 (10). – С. 58–60.

2. Абрамова, С. В. Реализация системного подхода в построении методической системы подготовки специалистов в образовательной области безопасности жизнедеятельности /

С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров // В мире научных открытий. – 2011. – № 4–1(16). – С. 397–404.

3. Бояров, Е. Н. Ноксологический подход в содержании образования педагогов безопасности жизнедеятельности / Е. Н. Бояров, С. В. Абрамова // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 4. – С. 111–117.

4. Давтян, Д. В. Некоторые вопросы уголовной ответственности за распространение вируса COVID-19 / Д. В. Давтян, А. К. Чобанян // Вопросы российской юстиции. – 2020. – № 6. – С. 358–363.

5. Онищенко, Г. Г. Современные представления о биологической безопасности: эволюция взглядов, узкий и широкий формат содержания проблемы / Г. Г. Онищенко, В. П. Топорков, В. Ю. Смоленский, А. В. Топорков // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучения. – 2016. – № 1 (14). – С. 75–80.

6. Парфенова, С. Р. Опасность COVID-19 / С. Р. Парфенова // StudNet. – 2020. – С. 1027–1033.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

Ученые записки Сахалинского государственного университета. Выпуск XXII/2023. С. 155–158.
Proceedings of Sakhalin State University. Issue XXII/2023. P. 155–158.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРАКТИКА

Научная статья
УДК 37.016:614(571.64)

ПРИМЕНЕНИЕ НАСТОЛЬНО-ПЕЧАТНОЙ ИГРЫ НА УРОКАХ «ОБЖ»
В ШЕСТОМ КЛАССЕ В УСЛОВИЯХ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Владимировна Абрамова¹, Татьяна Викторовна Писарева²

¹ Доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, abramova_sv@list.ru

² Магистрантка 2-го курса направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Социальная безопасность в городской среде» Института естественных наук и техносферной безопасности Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, tanyshka.190599@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об эффективности применения дидактических игр, в частности, настольно-печатных игр, в учебно-воспитательном процессе курса «Основы безопасности жизнедеятельности» в шестом классе. В качестве примера представлена настольно-печатная игра «Третья стихия», разработанная для учащихся шестого класса.

Ключевые слова: игровая технология, безопасность жизнедеятельности

Для цитирования: Абрамова С. В., Писарева Т. В. Применение настольно-печатной игры на уроках «ОБЖ» в шестом классе в условиях Сахалинской области // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 155–158.

LIFE SAFETY: MODERN CHALLENGES, SCIENCE, EDUCATION, PRACTICE

Original article

THE USE OF A PRINTED BOARD GAME IN THE LESSONS OF "OBZH"
IN THE 6TH GRADE IN THE CONDITIONS OF THE SAKHALIN REGION

Svetlana V. Abramova¹, Tatiana V. Pisareva²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, abramova_sv@list.ru

² 2nd year master's student in the field of training "Pedagogical Education", profile "Social security in the urban environment", Institute of Natural Sciences and Technosphere Security, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, tanyshka.190599@mail.ru

Abstract. The article considers the question of the effectiveness of the use of didactic games, in particular, board-printed games, in the educational process of the course "Fundamentals of life safety" in the 6th grade. As an example, the printed board game "The Third Element", developed for 6th grade students, is presented.

Key words: gaming technology, life safety

For citation: Abramova S. V., Pisareva T. V. The use of a printed board game in the lessons of "OBZH" in the 6th grade in the conditions of the Sakhalin region // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 155–158.

Введение

Безопасность жизни и деятельности является насущной потребностью человека. Безопасность является одной из базовых потребностей каждого человека не только в повседневной деятельности, но и в различных экстремальных ситуациях. По данным статистики, дети – это одна из категорий, которая наиболее часто оказывается в опасных, экстремальных ситуациях. Именно поэтому главной задачей школьной системы образования является формирование у каждого ребенка культуры безопасности жизнедеятельности, основу которой будут составлять знания о природе, природных процессах, экологической безопасности и т. д. [1, 2, 3, 6].

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) предъявляет высокие требования к современному школьнику. Короткие сроки обучения, большие объемы информации и жесткие требования к результатам предметного обучения школьника – вот в чем заключаются современные условия образовательного процесса. Высокие запросы невозможно удовлетворить, основываясь только на традиционных методах и средствах обучения [1]. Необходимы новые подходы к организации учебно-воспитательного процесса, опирающиеся на прогрессивные педагогические технологии и, в частности, на дидактические игры.

Вопрос проведения и организации дидактических игр в учебно-воспитательном процессе активно исследовался такими отечественными учеными, как: С. Л. Выготский, П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, А. Н. Леонтьев, С. Л. Рубинштейн и др. В своих исследованиях под «дидактической игрой» они понимают такую коллективную, целенаправленную учебную деятельность, когда каждый участник и команда в целом объединены решением главной задачи и ориентируют свое поведение на выигрыш [2, 4].

Дидактическая игра – занятие, которое требует напряжения эмоциональных и умственных сил. Именно в процессе игры осваиваются правила поведения и роли социальной группы класса, переносимые затем во взрослую жизнь, рассматриваются возможности самих групп, коллективов, приобретаются навыки совместной коллективной деятельности, отрабатываются индивидуальные характеристики учащихся, которые необходимы для достижения поставленных игровых целей.

Стоит отметить, что существует достаточно большое количество классификаций дидактических игр по М. Г. Ермолаевой, Г. К. Селевко, Ж. С. Хайдаровой и прочие. Согласно классификации дидактических игр С. Л. Новоселовой, выделяют несколько типов дидактических игр: по содержанию, по

дидактическому материалу, по характеру игровых действий и по познавательному интересу [4].

Одним из распространенных видов дидактических игр, применяемых в учебно-воспитательном процессе, является настольно-печатная игра. Под «настольно-печатной игрой» понимается игра, основанная на манипуляции относительно небольшим набором предметов (кубиками, фишками, фигурками и другими элементами) в пределах одного игрового поля.

Наиболее эффективны настольно-печатные игры при проведении обобщающих уроков, когда учителем проводится проверка ранее изученного материала. Благодаря правильно организованной игре за счет коллективной формы работы у школьников формируются умения самоорганизации, сотрудничества, а также такие личностные качества, как гуманизм, толерантность, взаимоуважение и т. д.

Результаты исследования

В качестве примера была предложена экспериментальная настольно-печатная игра по теме «Безопасность на воде в зимний и летний период», разработанная нами для школьников шестого класса в условиях Сахалинской области.

Игровое поле настольно-печатной игры по теме «Безопасность на воде в зимний и летний период» представлено на рисунке 1.

Данная игра разработана на основе предметного содержания курса «ОБЖ» шестого класса. Цель игры: обобщить и закрепить предметные знания учащихся шестого класса по правилам безопасного поведения на воде в зимний и летний период в условиях Сахалинской области.

Задачи настольно-печатной игры:

- 1) способствовать развитию познавательного интереса;
- 2) формировать коммуникативную культуру учащихся;
- 3) учить применять полученные знания в нестандартных ситуациях.

В ходе создания игры были разработаны игровое поле (рис. 1) и карточки с заданиями, которые соответствуют тематике безопасного поведения на воде в зимний и летний периоды. Карточки предполагают задания, направленные на проверку теоретических знаний школьников по данной теме. Также для проведения игры понадобятся игровые фишки и кости.

Ход настольно-печатной игры: организация игры подразумевает деление класса на четыре команды по четыре-пять человек в каждой. Очередность хода определяется броском кубика. Команда, которая выбросит наибольшее количество очков, будет обладать правом первого хода, остальные



Рис. 1. Игровое поле

команды распределяются в зависимости от количества выброшенных очков. Участники игры бросают кубики по очереди и продвигаются вперед ровно на столько шагов, сколько выпало на кубиках, и отвечают на вопрос из карточки, исходя из типа игрового поля, на котором оказывается фишка игрока. На карточках представлены задания, охватывающие правила безопасного поведения на воде в зимний и летний периоды:

1. Правила безопасного поведения на льду.
2. Первая помощь при утоплении.
3. Правила безопасности при купании.

Образовательный игровой процесс организован таким образом, чтобы практически на каждый ход приходилось задание. Синие и зеленые поля указывают на то, что необходимо вытянуть карточку и ответить на указанный в ней вопрос. Если фишка игрока оказалась на поле красного цвета, ему необходимо передвинуть фишку назад ровно на два хода. Ведущий (учитель) сравнивает ответы учащихся с эталоном и определяет, сколько баллов команда получает за ответ (игрок, давший полный ответ на вопрос, получает три балла, за неполный ответ – один балл). Если команда не дала правильного ответа – фишка остается на месте и ход передается другой команде. Побеждает та команда, которая быстрее всех пройдет игровое поле и дойдет до финиша. Стоит отметить, что на современном этапе, сочетая высокую изо-

бразительность (картинность) и сценарную гибкость, настольная игра позволяет рассказывать о вымышленных и реальных событиях, моделировать ситуации, благодаря чему игроки при помощи своего и воображения авторов игры могут получить уникальные знания и опыт. Именно это обстоятельство позволяет нам говорить о том, что у настольных игр очень большой образовательный потенциал, который, к сожалению, на наш взгляд, в педагогической среде используется в очень незначительной мере.

Выводы

В структуре учебно-воспитательного процесса изучения ОБЖ шестого класса использование настольно-печатной игры, возможно, является одним из актуальных методов его интенсификации и повышения не только уровня интереса школьников к учебному предмету «ОБЖ», но и сформированности предметных знаний и умений по правилам безопасного поведения на воде в зимний и летний периоды.

Список литературы

1. Абрамова, С. В. Общие закономерности развития образовательного пространства «Безопасность жизнедеятельности» / С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 3 (2). – С. 569–573.
2. Силакова, О. В. Использование игровых технологий в школьном курсе ОБЖ / О. В. Си-

лакова, Е. С. Яковлева // Педагогика высшей школы. – 2015. – № 3.1. – С. 125–129.

3. Соболев, А. Ю. К вопросу о формировании знаний по безопасности жизнедеятельности у школьников / А. Ю. Соболев // Казанский педагогический журнал: научно теоретический журнал. – 2016. – С. 305–309.

4. Рыбакова, А. А. К вопросу применения

дидактических игр на уроках «ОБЖ» 6-го класса: материалы VIII Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием (23–24 ноября 2017 г., г. Южно-Сахалинск) : сборник научных статей / составители: С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров ; под редакцией: О. А. Федорова, В. В. Моисеева. – Южно-Сахалинск : СахГУ, 2018. – 168 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

СТРОИТЕЛЬСТВО

СТРОИТЕЛЬСТВО

Научная статья
УДК 696.1

ЖЕСТКОСТЬ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ

Константин Борисович Строкин¹, Ален Марзпетович Мовсисян²

¹ Доктор экономических наук, директор Технического нефтегазового института Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, strokin07@rambler.ru

² Студент 1-го курса направления подготовки «Строительство» Технического нефтегазового института Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия, Alen.movsisyan.1991@mail.ru

Аннотация. В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема очистки, или, правильнее сказать, подготовки воды. Причем не только воды для питья и приготовления пищи, но и той, которая используется в быту – для стирки, мытья посуды и т. д. Существует проблема, общая как для загородных домов с автономной системой водоснабжения, так и для городских квартир, – это жесткость воды. И если на качество питьевой воды жесткость хоть и влияет, но не столь сильно, то для современной бытовой техники, автономных систем горячего водоснабжения и отопления, новейших образцов сантехники, промышленного оборудования необходимость борьбы с жесткостью крайне актуальна.

Ключевые слова: жесткость воды, химические соединения, влияние жесткой воды

Для цитирования: Строкин К. Б., Мовсисян А. М. Жесткость природной воды и методы ее устранения // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Выпуск XXII/2023. – С. 160–163.

CONSTRUCTION

Original article

HARDNESS OF NATURAL WATER AND METHODS OF ITS ELIMINATION

Konstantin B. Strokin¹, Alain M. Movsisyan²

¹ Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, strokin07@rambler.ru

² 1st year student in the field of training "Construction", Technical Oil and Gas Institute, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Alen.movsisyan.1991@mail.ru

Abstract. Currently, the problem of purification, or more correctly, water treatment, is becoming increasingly urgent. And not only water for drinking and cooking, but also that which is used in everyday life – for washing, washing dishes, etc. There is a problem common to both country houses with an autonomous water supply system and urban apartments – this is water hardness. And if the hardness affects the quality of drinking water, but not so much, then for modern household appliances, autonomous hot water and heating systems, the latest plumbing samples, the need to combat rigidity is extremely urgent.

Key words: water hardness, chemical compounds, the effect of hard water

For citation: Strokin K. B., Movsisyan A. M. Hardness of natural water and methods of its elimination // Proceedings of Sakhalin State University. – Issue XXII/2023. – P. 160–163.

Введение

Вода – сложное природное вещество, в состав которого входит целый набор микро-элементов. В том или ином виде вода содержится во всех живых организмах, а в нашем организме в среднем 70 %. Под жесткостью воды понимается совокупность свойств, обусловленных содержанием в ней ионов кальция и магния.

Абсолютно чистой воды в природе не существует. Природная вода всегда содержит растворенные в ней соли. Анализ жесткой воды показывает, что в ней содержатся значительные количества растворимых солей кальция и магния (рис. 1). Эти соли образуют с мылом нерастворимые соединения [4].

Еще одним показателем воды является ее кислотность (рН), которая выражается концентрацией ионов водорода. В таблице 1 показаны виды воды в зависимости от значений уровня кислотности [3].

Исходя из понятий жесткости и кислотности воды, следует, что они между собой абсолютно не связаны, поскольку представляют собой разные ее характеристики.

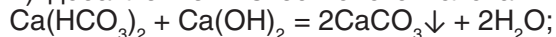
С целью устранения жесткости воды применяют следующие методы [4]:

I. Временная (карбонатная) жесткость устраняется:

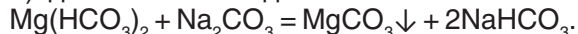
1) кипячением:



2) добавлением известкового молока:

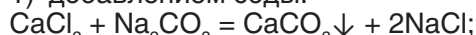


3) добавлением соды:



II. Постоянная (некарбонатная) жесткость устраняется:

1) добавлением соды:



2) с помощью ионообменных фильтров ионы кальция и магния заменяют на ионы натрия и калия;



Рис. 1. Виды жесткости воды

Таблица 1

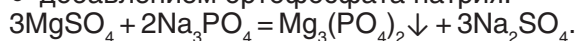
Классификация воды по рН

Группа	Значение рН
Сильнокислая	До 3,0
Кислая	Более 3,0 до 5,0
Слабокислая	Более 5,0 до 6,5
Нейтральная	Более 6,5 до 7,5
Слабощелочная	Более 7,5 до 8,5
Щелочная	Более 8,5 до 9,5
Сильнощелочная	Более 9,5

3) с помощью бытовых фильтров (отфильтрованная вода дает меньше накипи, что важно при использовании электрочайников).

III. Общая жесткость устраняется:

- добавлением ортофосфата натрия:



Полностью очистить воду от солей можно методом перегонки (дистилляцией).

Результаты исследования

С целью определения жесткости воды, взятой из четырех разных источников, был проведен лабораторный опыт с использованием «ТЕСТ-НАБОРА для определения общей жесткости» – VladOx laboratory в лаборатории № 104 Технического нефтегазового института СахГУ.

На рисунках 2–5 показаны источники, из которых использовалась вода для проведения эксперимента.

1. Лабораторный опыт «Определение жесткости воды» с использованием капель реактива. Количество добавленных капель реактива будет равно значению общей жесткости в немецких градусах (°dH).



Рис. 2. Водопроводная вода (11 капель реактива)



Рис. 3. Вода со скважины пл. р-на Хомутово (18 капель реактива)



Рис. 4. Вода «Аква-Лайн» (5 капель реактива)



Рис. 5. Родниковая вода (8 капель реактива)

Жесткость воды, мг-экв/л	Жесткость воды в пересчете на немецкий градус жесткости, °dH	* в России	** в Германии
0–1,6	0–4,5	Мягкая	Мягкая
1,6–2,4	4,5–6,7		Средней жесткости
2,4–3,0	6,7–8,4		Достаточно жесткая
3,0–3,6	8,4–10,0		Жесткая
3,6–4,0	10,0–11,2		
4,0–6,0	11,2–16,8	Средней жесткости	Очень жесткая
6,0–8,0	16,8–22,4		
8,0–9,0	22,4–25,2		
9,0–12,0	25,2–33,6		
Свыше 12,0	Свыше 33,6	Очень жесткая	

Рис. 6. Критерии определения жесткости воды

Степень жесткости воды определялась на основе критериев, приведенных на рисунке 6 [5].

По результатам лабораторного опыта и с учетом рисунка 6 можно заключить, что самая мягкая вода из исследуемых является «Аква-Лайн», далее следует родниковая вода, затем водопроводная вода. Во всех образцах воды присутствуют пузырьки кислорода, что означает «вода дышит». Самой жесткой оказалась вода, взятая из скважины в районе Хомутово. На вкус все заборы воды практически схожи, но отличается родниковая вода, вкус которой является более сладким, чем остальные. Известно, что на вкус воды, в первую очередь, влияет ее источник, далее минеральный состав, который может меняться из-за различных воздействий на него.

Выводы

Жесткость воды – это наиболее распространенная проблема качества воды. Проведенный лабораторный опыт подтвердил, что самой жесткой является вода из обычной скважины, так как для ее смягчения не использовались никакие известные методы. Жесткая вода неблагоприятно воздействует на техническое и промышленное оборудование, приводит к образованию коррозии на железобетонных конструкциях, вызывает трещины, которые в дальнейшем будут неблагоприятно отражаться на долго-

вечности и надежности этих конструкций.

В настоящее время для борьбы с жесткой водой существуют различные способы, такие, как, кипячение воды или вымораживание, а также более современные, например, установка фильтров-умячителей. Все эти способы смягчают воду, и в результате она начинает обладать лучшими качествами и более благоприятно воздействовать на применяемое оборудование.

Список литературы

1. Березин, Б. Д. Органическая химия: в 2-х частях : учебник для вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. – Ч. 1. – 2-е издание. – Москва : Издательство «Юрайт», 2020. – 452 с.
2. Бердоносков, С. С. Химия: новейший справочник / С. С. Бердоносков, Е. А. Менделеев. – Москва : Махаон, 2018. – 256 с.
3. Кочергин, Б. Н. Химический словарь школьника / Б. Н. Кочергин. – Минск : Народная асвета, 2020. – 321 с.
4. Ахметов, Н. С. Неорганическая химия. «Химия» / Н. С. Ахметов. – Москва, 2019. – 278 с.
5. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение. – Т. 4: Смит. – Москва, 2020. – 187 с.
6. Грандберг, И. И. Органическая химия : учебник / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2019. – 245 с.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 20.01.23; принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 20.01.23; accepted for publication 23.03.2023.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПОСТУПАЮЩИМ В РЕДАКЦИЮ

1. Статью следует представлять в печатном (один экземпляр) и электронном виде.
 2. Текст статьи в электронном виде должен быть набран шрифтом Times New Roman 14 кеглем с полуторным интервалом в формате RTF.
 3. Иллюстрированный материал следует предоставлять отдельными файлами: таблицы – в формате Excel; формулы – в редакторе Microsoft Equation; рисунки и фотографии – в форматах TIFF или JPG.
 4. Направляемая в редакцию рукопись должна быть подписана автором, текст ее тщательно проверен, все ссылки выверены. При необходимости следует дать расшифровку в примечаниях используемых в статье аббревиатур и сокращений.
 5. Необходимо указать полное имя автора, место работы и должность, ученую степень и ученое звание, а также контактные телефоны или электронный адрес (ГОСТ Р 7.0.7-2021 «Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление»).
 6. Объем статьи – не более 1,5 печатного листа.
 7. Сноски оформляются постранично с общей нумерацией (внутритекстовые).
 8. Автор публикации обязан предоставить аннотацию на свою работу на русском и английском языках объемом не более трех-четырёх предложений, ключевые слова на русском и английском языках (не более 10 слов). Также должны быть переведены название статьи, фамилия и инициалы автора.
 9. Список источников в конце статьи обязателен (ГОСТ Р 7.0.4-2020 «Издания. Выходные сведения. Общие требования и правила оформления»).
- К публикации в ежегоднике принимаются научные статьи, представляющие результат личных или групповых исследований преподавателей, сотрудников и аспирантов СахГУ. Принцип отбора материалов к печати: научность, подтвержденная рецензией соответствующей кафедры или подразделения вуза; новизна; состоятельность. Предпочтение отдается теоретическим статьям, форвардным разработкам, итогам выполнения коллективных хозяйственных или бюджетных тем, выполняемых кафедрами, лабораториями, временными творческими коллективами. Ответственность за точность ссылок и персональных биографических данных несет автор. Материалы, направленные в редакцию, рецензируются.
- Для единообразия оформления сборника редакция просит не использовать букву ё (кроме особых случаев), не сокращать слова «год» и «век», а также «то есть», «так как», «в том числе».

Особые требования

Авторы обязаны, если в статье есть упоминания организаций, относящихся к запрещенным в нашей стране (экстремистским, террористическим и т. д.), указывать в сноске об этом. Также указывать в сноске лиц, являющихся иноагентами, имена которых используются в статье.