

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Нефтегазовый форум инноваций и инвестиций

12–13 ноября



г. Нижневартовск
Дворец Искусств, ул. Ленина, 7

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

НИЖНЕВАРТОВСК НЕФТЬ. ГАЗ-2020

Разделы выставки:

- ✓ Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.
- ✓ Оборудование для бурения, строительства скважин и трубопроводов, добычи нефти и газа.
- ✓ Новые технологии и оборудование хранения, транспорта, переработки и распределения природного газа и нефти.
- ✓ Насосы, компрессорное оборудование.
- ✓ Контрольные и измерительные приборы.
- ✓ Новые методы и оборудование для геологии и геофизики.
- ✓ Строительство объектов для нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности.
- ✓ Специальные технологии и материалы для работы в условиях Севера.
- ✓ Энергетическое оборудование.
- ✓ Транспортные средства. Грузовая и спецтехника.
- ✓ Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.
- ✓ Промышленная безопасность. Охрана труда и техника безопасности, спецодежда, средства защиты.
- ✓ Средства связи, телекоммуникации и сигнализации.

Организаторы:

Администрация г. Нижневартовска,
Нижневартовская торгово-промышленная палата,
ООО «Выставочная компания Сибэкспосервис», г. Новосибирск

Телефон/факс:
+7 (383) 335-63-50

СИБ *Expo* SERVICE

E-mail: vkxes@yandex.ru
www.ses.net.ru



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ВОРОБЬЕВ Д. В., д.м.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 РОДИН Г. А., д.т.н., проф.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

8(236)
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

Малаян К. Р., Фаустов С. А. К вопросу о статистике производственного травматизма	3
Шеметова Е. Г., Мальгин Е. Л. Основные аспекты создания безопасной световой среды для студентов вузов	10

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Интенсификация очистки сточных вод машиностроительных предприятий с использованием реагентных композиций	16
Красногорская Н. Н., Гладких И. Ф., Купцов А. В., Магид А. Б., Магид М. А. Отмывка нефтешлама растворами поверхностно-активных веществ	20
Жукалов В. И. Исследование сорбции дизельного топлива полимерным волокнисто-пористым материалом из полипропилена	26
Гаврикова Е. И. Использование цеолитов в биофильтрах для очистки воздуха	31

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Парамонов И. Ю., Квасов М. Н., Шайтор С. А. Методика планирования поисково-спасательных работ с использованием средств радиомониторинга воздушного базирования	36
---	----

ОБРАЗОВАНИЕ

Майорова Л. П., Волосникова Г. А. Виртуальная лабораторная работа как средство формирования профессиональных компетенций бакалавров экологического направления	41
Сенченко В. А., Каверзнева Т. Т., Салкуцан В. И., Скрипник И. Л., Воронин С. В. Оптимизация обучения и проверки знаний требований охраны труда с помощью интернет-технологий	49

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PLYUSHCHIKOV V. G.,
Dr. Sci (Agri.-Cult.)
PRONIN I. S., Dr. Sci (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
VOROBYEV D. V., Dr. Sci (Med.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

8(236)
2020

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Malajan K. R., Faustov S. A.** On the Issue of Occupational Injuries Statistics 3
Shemetova E. G., Malgin E. L. Key Aspects of Creating a Safe Light Environment
for Students at University 10

ECOLOGICAL SAFETY

- Ksenofontov B. S., Kozodayev A. S., Taranov R. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.**
Intensification of Waste Water Treatment of Machine-Building Enterprises Using
Reagent Compositions 16
Krasnogorskaya N. N., Gladkikh I. F., Kuptsov A. B., Magid A. B., Magid M. A.
Washing of Oil Sludge with Surface-Active Agent 20
Zhukalov V. I. Study of Sorption of Diesel Fuel by a Polymeric Fibrous-Porous
Polypropylene Material 26
Gavrikova E. I. Zeolites Usage in Biofilters for Water Cleaning 31

EMERGENCY

- Paramonov I. Yu., Kvasov M. N., Shaitor S. A.** The Technique of Planning Search
and Rescue Operations Using Air-Based Radiomonitoring Equipment 36

EDUCATION

- Mayorova L. P., Volosnikova G. A.** Virtual Laboratory Work as a Means of Forma-
tion of Professional Competences of Bachelors of Ecological Direction 41
Senchenko V. A., Kaverzneva T. T., Salkutsan V. I., Skrypyuk I. L., Voronin S. A.
Optimization of Training and Check of Knowledge Requirements of Labor Protec-
tion by Using Internet Technologies 49

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 658.382:331.8(075.8)+004.032.26

К. Р. Малаян, канд. техн. наук, доц., **С. А. Фаустов**, канд. мед. наук, доц.,
e-mail: faustov-sa@mail.ru, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

К вопросу о статистике производственного травматизма

Рассмотрены основные причины недостоверности статистических данных производственного травматизма и профзаболеваемости и возможные пути улучшения показателей статистики, к которым можно отнести: создание единого органа сбора информации о всех несчастных случаях на производстве любой степени тяжести со всех объектов независимо от числа работников и вида деятельности; безусловное соблюдение требований безопасности всеми участниками трудового процесса; улучшение условий труда в целях уменьшения числа "вредников"; полный охват контингента обследуемых и качественный медосмотр; создание для работодателя эффективных стимулов вложения инвестиций в охрану труда.

Ключевые слова: статистика несчастных случаев на производстве, показатели производственного травматизма, условия труда, профзаболеваемость, охрана труда

Введение

Для планирования предупредительных мер в целях снижения числа несчастных случаев (НС) на производстве и профилактики профессиональных заболеваний большое значение имеют статистические данные по производственному травматизму и условиям труда. Следует отметить, что достоверность официальных показателей травматизма и профзаболеваний за последние 25 лет вызывает серьезное недоверие у многих специалистов [1–5].

Рассмотрены возможные причины скепсиса, возникающие у экспертов при анализе официальных данных по производственному травматизму и профессиональным заболеваниям, в частности при их сравнении с показателями зарубежных стран и советского периода, а также при косвенных методах оценки достоверности публикуемых данных.

Официальной структурой, в чьи задачи входили сбор и обработка первичной информации о несчастных случаях на производстве и профзаболеваниях, в советское время являлось Статуправление страны — единственное хранилище информации, куда поступали все полученные данные о НС на производстве и профзаболеваниях. В то время статистическому мониторингу подвергались все зарегистрированные предприятия независимо от количества работников и потенциальной опасности производства.

В настоящее время информацией и анализом данных занимаются три официальных ведомства:

Федеральная служба государственной статистики (Росстат), Федеральная служба по труду и занятости (Роструд), в рамках которой непосредственно учетом занимается Федеральная инспекция труда (Рострудинспекция), Фонд социального страхования (ФСС). Цели и методы сбора информации у Росстата, Роструда и ФСС неодинаковы, поэтому статистическая информация, представляемая ими, различается.

Роль Росстата в формировании недостоверной статистики

Из упомянутых выше структур только Росстат, являющийся прямым преемником Статуправления, проводит сбор и анализ данных о всех пострадавших и погибших работниках, правда, лишь на крупных и средних предприятиях базовых отраслей, а также выборочно — на малых предприятиях. Поэтому из всей среднесписочной численности работников, которых насчитывалось в России, по официальным данным за 2018 г. [6], 72,2 млн человек, Росстат охватывает наблюдением менее половины. Кроме того, по данным Росстата, доля неофициально занятых в 2018 г. составляла 17,6 % работающего населения, которые также не учитываются статистикой.

Полученные данные обрабатываются по расчетным методикам и принимают в статистическом виде статус официальных показателей. К сожалению, публикуемые Росстатом данные нельзя считать всеобъемлющими и точными. Поэтому



к ним уже в силу указанных выше причин не может быть доверия. Но другого ведомства, занимающегося регистрацией несчастных случаев как тяжелых, так и легких, в России нет.

Приведенные выше сведения о системе сбора и обобщения данных производственного травматизма лишний раз отражают характерные недостатки работы главного статистического ведомства страны.

Следует отметить, что данные производственного травматизма не являются исключением в общей картине, предлагаемой Росстатом, а находятся в русле заложенного алгоритма. Объяснением такой ситуации может служить то обстоятельство, что подавляющее число ошибок появляется в момент сбора данных, которые представляют предприятия и организации.

Другой серьезной причиной неточности данных Росстата по производственному травматизму является сокрытие легких травм со стороны работодателя. Функция сбора данных по общему травматизму, включающему как смертельные, тяжелые, так и легкие несчастные случаи, возложена на Росстат, который не всегда справляется с учетом статистических данных не только по показателям производственного травматизма, но и по другим показателям экономической деятельности и социального состояния общества. Еще 10 лет назад представитель Росстата, комментируя ситуацию с объективностью статистических данных по производственному травматизму, в ответ на критику заметил, что Росстат рад бы учесть все несчастные случаи на производстве, да не от него это зависит. Кроме Росстата, в стране есть целый ряд других структур, которые имеют отношение к охране труда и которым, судя по всему, не выгодно или нежелательно иметь объективную статистику о травматизме на производстве.

Особенности учета производственного травматизма Рострудом и ФСС

Оценивая функции Роструда и ФСС, заметим, что Роструд проводит по регламенту приданных ему полномочий сбор и анализ данных о пострадавших на производстве по всем предприятиям, но только групповых НС и НС с тяжелым и смертельным исходом. Инспекторы Роструда по статусу являются председателями комиссий по расследованию этих случаев, поэтому статистика этой категории НС у Роструда является наиболее полной, хотя на практике встречается сокрытые как тяжелые, так и смертельные случаи.

Что касается ФСС, то в силу действующих правил и их трактовки о признании несчастного случая, связанным с производством или не

связанным с ним, ФСС после экспертизы полученных материалов расследования выносит свое заключение, являются ли они страховыми. Соответственно, база данных ФСС содержит информацию только о страховых случаях. В связи с этим количество регистрируемых пострадавших, естественно, меньше реального.

Следует отметить, что данные официальных структур по травматизму различаются и значительно. Например, численные значения данных у Росстата меньше, чем данные ФСС из-за неполного охвата работающих и неверного обобщения первичных данных.

Оценка соответствия данных о несчастных случаях на производстве

Для сравнения российских показателей с зарубежными воспользуемся данными, приведенными в работе [7]. В Германии в 2016 г. из 40,1 млн полностью занятых работников предприятий пострадали на производстве 877,1 тыс., во Франции из 18,5 млн наемных работников были травмированы в результате НС на производстве 626,2 тыс. человек, а в Финляндии при 2,4 млн занятых было зарегистрировано 109,4 тыс. пострадавших.

При среднесписочной численности работающих в России в том же 2016 г. 44,4 млн человек, по данным ФСС было зарегистрировано всего 39,8 тыс. человек, травмированных на производстве, а по данным Росстата и того меньше — 26,7 тыс.

Заметим, что в Германии и Франции НС регистрируются при потере трудоспособности на 4 дня и более, в Финляндии и России — на один рабочий день и более. Для количественной оценки уровня травматизма на производстве специалисты используют коэффициент частоты несчастных случаев на 1000 работающих, который определяется из соотношения

$$K_{\text{ч}} = \frac{\sum \text{НС}}{\sum \text{Р}} \cdot 1000,$$

где $\sum \text{НС}$ — число несчастных случаев за отчетный период по закрытым больничным листам нетрудоспособности; $\sum \text{Р}$ — среднесписочное число работников за данный период.

Значения $K_{\text{ч}}$ в соответствии с приведенными выше данными приведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент частоты НС на 1000 работающих

Показатель	Германия	Франция	Финляндия	Россия
$K_{\text{ч}}$	21,8	34,0	45,6	1,3

Таблица 2

Показатель S для стран Евросоюза

Страна	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем
Германия	1656	1919	1694	1756
Испания	1190	1371	1384	1315
Великобритания	1414	890	1015	1110
Португалия	670	769	813	751
Италия	594	637	600	610
Польша	248	279	290	272
Литва	48	52	57	52
Евросоюз	808	851	850	836

В России несчастные случаи, судя по представленным в табл. 1 данным, происходят в 20–30 раз реже, чем в некоторых европейских странах. Возникает вопрос, в чем причина такой большой разницы. Скорее всего в том, что статистические данные общего травматизма в России не соответствуют реальным.

Для ориентировочной оценки реальной ситуации можно воспользоваться методикой, разработанной Международной организацией труда (МОТ) "Об оценке достоверности статистики несчастных случаев на производстве в странах с несовершенным учетом" [8], которая основана на предположении о том, что смертельный травматизм регистрируется полнее, чем происходящие наряду с ним менее тяжелые НС.

Для этого предлагается использовать показатель S , который представляет соотношение общего числа несчастных случаев $\sum \text{НС}$ к числу НС со смертельным исходом $\sum \text{НС}_{\text{см}}$:

$$S = \frac{\sum \text{НС}}{\sum \text{НС}_{\text{см}}}$$

Этот показатель, согласно данным работы [9], для Евросоюза в целом и некоторых европейских стран за период 2012–2014 гг. представлен в табл. 2.

Исходя из опыта европейских стран, МОТ предлагает для косвенной оценки общего числа пострадавших на производстве в странах с несовершенной методикой оценки, в том числе и в России, использовать показатель $S = 500...1000$, который следует умножить на число погибших на

производстве. Поэтому для оценки общего травматизма по методике МОТ необходимо иметь данные о НС с летальным исходом.

Данные Росстата по смертельному и общему травматизму, а также рассчитанные Росстатом коэффициенты частоты $K_{\text{ч}}$ приведены в табл. 3. Кроме того, представлены значения показателя S , рассчитанные по данным Росстата.

Если сравнивать показатель S для европейских стран (500...1000), то можно заметить, что этот показатель для России явно выпадает из тренда, что лишний раз свидетельствует о недостоверности данных об общем травматизме, что свидетельствует о непригодности официальной статистики и необходимости планирования профилактических мероприятий.

Недостоверная статистика профзаболеваний

Отметим, что между Россией и зарубежными странами существует серьезная разница в выявлении первичных профзаболеваний. В различных отечественных изданиях и публикациях приводились сравнительные данные по профзаболеваниям. По этим данным частота профзаболеваний в России в 40 раз ниже по сравнению с Данией, в 38 раз — с США, в 13 раз — с Финляндией, в 7,3 раза — с Японией, в 3,5 раза — с Германией [3].

В России по официальным данным ежегодно признаются больными вследствие профессиональной деятельности 6000–7000 человек. По докладу Роспотребнадзора о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 г. число зарегистрированных случаев профессиональной патологии снизилось с 8175 в 2013 г. до 5161 в 2018 г. При таких цифрах возникает иллюзия, что если выявляется относительно небольшое число больных при большом количестве рабочих мест по стране, то незачем вообще тратить время и средства на оценку условий труда, если они провоцируют так мало профзаболеваний.

С другой стороны, по официальным данным Росстата, скорее заниженным, чем реальным, число рабочих мест, на которых условия труда не соответствовали нормативным, составляло в 2007 г. 26,2 %, в 2010 г. — 29 %, в 2012 г. — 31,8 %, в 2015 г. — 31,8 %, в 2017 г. — 31,8 %.

Таблица 3

Показатели S по данным Росстата

Показатель	1992 г.	2004 г.	2005 г.	2010 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Общее число НС, тыс.	364	151,8	77,7	47,7	35,6	31,3	28,8	26,7	25,4
Коэффициент частоты НС $K_{\text{ч}}$	6,2	5,1	3,1	2,2	1,8	1,5	1,3	1,3	1,3
Число НС со смертельным исходом	7655	4403	3091	2004	1669	1447	1288	1290	1138
Показатель S	47,5	34,5	25,1	23,8	21,3	21,6	21,4	20,7	22,3



в 2014 г. — 39 %. Следует заметить, что если Минтруд доверяло данным Росстата по производственному травматизму, то по поводу статистики профзаболеваний есть серьезные сомнения.

Одна из причин плохой выявляемости профзаболеваний — это неполный охват работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, подлежащих периодическому медосмотру, и некачественное его проведение. Отметим негативную роль СОУТ в искусственном уменьшении числа рабочих мест с вредными условиями [10, 11], связанную с тем, что перечень гигиенических критериев и нормативов был сокращен, и поэтому вредные производственные факторы учитываются не в полном объеме.

Для увеличения охвата "вредников" и лучшего выявления первичных больных можно использовать опыт Свердловской области [10]. В частности, это экспертиза списков контингентов, подлежащих периодическим медицинским осмотрам. При реализации данной идеи в 2014 г. на 201 предприятия области в 92,8 % случаев были выявлены нарушения. Вредные производственные факторы в списках были перечислены не в полном объеме, а фактические уровни представленных либо отсутствовали, либо были занижены.

Другой действенный инструмент выявляемости — проведение углубленных осмотров в центрах профпатологии с периодичностью 1 раз в 5 лет. В этих центрах показатель выявляемости оказался в 10 раз выше, чем в лечебно-профилактических частях.

Проблема достоверной статистики стала серьезным препятствием для анализа реального состояния как производственного травматизма, так и профзаболеваемости для последующей выработки правильных решений по их профилактике. Ниже приведен комментарий о состоянии дел с профзаболеваемостью и травматизмом И. В. Бухтиярова [12]: "Уровень профзаболеваемости в России во много раз ниже, чем в развитых странах... Регистрируемые показатели травматизма на производстве тоже сокращаются. Динамика показателей не соответствует состоянию условий и охраны труда на предприятиях. В России регистрируемые показатели производственного травматизма ниже, чем в странах Евросоюза в 7—16 раз. При этом травматизм со смертельным исходом напротив в России выше, чем в развитых странах в 3—6 раз. Неадекватное соотношение показателей смертельного и несмертельного травматизма при сравнении со странами Европы свидетельствует о массовом сокрытии травм легкой и средней тяжести".

Одним из убедительных доказательств сокрытия НС служит динамика показателя (коэффициента)

тяжести травматизма K_T , представляющего среднее количество дней нетрудоспособности, которое приходится на один несчастный случай:

$$K_T = \frac{\sum ДН}{\sum НС},$$

где $\sum ДН$ — общее число дней нетрудоспособности по закрытым больничным листам; $\sum НС$ — общее число зарегистрированных несчастных случаев.

Согласно данным Росстата, приведенным в работе [13], коэффициент тяжести травматизма K_T за 1990—2016 гг. вырос в 2,1 раза (с 23,4 до 43,0 дней), а по другому источнику [14] этот показатель с 1990 по 2016 гг. вырос с 23,4 до 73,9. Это означает, что стали регистрировать преимущественно тяжелые травмы, больничный лист по которым стал составлять 50 и более дней. А относительно легкие травмы в статистику не попадали.

Объяснений сокрытия несколько, и имеют они прежде всего экономическую подоплеку для работодателя при определенном непротивлении со стороны работника. Основным из них является несоизмерность штрафа (500...1000 руб.) за сокрытие несчастного случая по сравнению со штрафными санкциями, которые может наложить госинспектор труда при визите на предприятие, где произошел несчастный случай, и там обнаружить не одно нарушение требований охраны труда. Дело в том, что штрафы за нарушение требований охраны труда для юридических лиц составляют от 50 тыс. до 80 тыс. руб. При этом штрафы за различные виды нарушений суммируются (ст. 5.27.1 КоАП РФ). Повторное выявление того же правонарушения влечет штраф до 200 тыс. руб. или приостановление деятельности на срок до 90 суток. Очевидно, размеры штрафов несопоставимы!

С другой стороны, работодатель при улучшении статистики несчастных случаев на предприятии получает различные бонусы, например, от экономии страховых взносов в ФСС России. Есть причина и у некоторых работников не возражать работодателю в сокрытии легкой травмы. Дело в том, что работнику нет большой разницы, как будет зарегистрирован НС — как бытовая или производственная травма, так как с 01.01.2016 оплата больничного листа в связи с бытовой травмой идет с первого дня нетрудоспособности, а не с шестого, как было ранее. Кроме того, регистрация НС может повысить напряженность в отношениях работника с руководством предприятия, в то время как ситуация на рынке труда не самая благоприятная. Вот почему для работника в случае легкой травмы экономически выгодно не регистрировать ее, если работодатель предлагает

компенсировать затраты на лечение и утраченный заработок.

Компенсация практикуется на ряде предприятий и организаций, где значительная часть заработной платы выдается работникам в конверте. А в случае производственной травмы больничный лист оплачивается исходя из официальной заработной платы, которая гораздо ниже фактического заработка, поэтому работнику в такой организации не выгодно травму регистрировать как производственную.

Часть работников с низкой правовой грамотностью соглашается на предложение работодателя не регистрировать производственную травму еще и потому, что не обладает информацией о положенных ему компенсациях по обязательному социальному страхованию в случаях, если травма повлечет стойкую утрату трудоспособности, а также о других гарантиях, предусмотренных законодательством.

Есть еще один мотив для работодателя не регистрировать производственную травму. Это возможность возвращения 20 % взносов, перечисленных на обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний, которые работодатель может потратить на предупредительные меры минус расходы на выплаты пострадавшим на производстве.

О сокрытии несчастных случаев как о серьезной социальной опасности отмечается в работе [15], где приведены данные о расследовании 726 сокрытых несчастных случаев в год, включая 213 случаев с летальным исходом. Понятно, что если несчастный случай скрыт, то его причины и обстоятельства не будут учтены в процессе управления безопасностью, в профилактике производственного травматизма. Следует также учитывать, что сам факт сокрытия несчастного случая представляет прямое нарушение Конституции Российской Федерации (ст. 41.3).

Об экономических потерях из-за нарушений требований охраны труда

Кошунственно рассуждать о финансовой стоимости ущерба здоровью и жизни работников из-за травматизма и профзаболеваний. Однако такие расчеты проводятся, в том числе применительно и к гибели работников на производстве, которые прежде всего коррелируются с экономическими потерями от недовыпуска продукции за период до пенсионного возраста.

МОТ оценивает потери для мировой экономики по причине проблем здоровья, связанных с работой, в 4 % ВВП. Экономические потери России, по данным ВНИИ труда Минтруда, в 2018 г. составили 1,67 трлн руб., или 6 % ВВП. Под потерями в основном подразумеваются последствия производственных травм, которые могут произойти и по

вине работодателя, и из-за неосторожности самого работника, а также в результате различного воздействия плохих условий труда.

После несчастного случая работник вынужден уйти на больничный или даже на пенсию по инвалидности, а при вредных условиях труда сотрудникам положены доплаты, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, досрочный выход на пенсию. Связанные с этим расходы и издержки несут как сами компании, так и государственные социальные структуры. В частности, Пенсионный фонд России потратил в 2018 г. 298,8 млрд руб. на выплаты досрочных пенсий людям, работавшим на вредных производствах, а ФСС выплатил 71,2 млрд руб. по страховым случаям. Работодатели потратили 116,7 млрд руб. на компенсации сотрудникам плюс недополучили 586,4 млрд руб. выручки из-за потерь рабочего времени (а следовательно, снижения производства продукции или услуг).

Фактические издержки из-за плохих условий труда, как считают эксперты, гораздо выше, чем оценивает ВНИИ труда Минтруда России. Это и потери, связанные с профессиональным выгоранием (особенно у офисных работников), и неотлаженный учет профзаболеваний. Кроме того, с затратами связано обязательное проведение спецоценки условий труда, при которой изначально исключены или упрощены измерения ряда вредных и опасных производственных факторов, а заказываются они работодателем в частном порядке у компаний, которые понимают, что клиент заинтересован в положительном результате.

Поэтому лишь после оценки реальных потерь экономики из-за условий труда можно грамотно разработать меры для решения проблем нормализации условий труда в соответствии с требованиями охраны труда. По оценке МОТ каждый рубль вложений в охрану труда на крупном предприятии позволяет работодателю сэкономить 18 руб. К сожалению, не все наши работодатели мыслят стратегически в угоду сиюминутной выгоде.

В структуре предупредительных мер за 2018 г. ФСС на их финансовое обеспечение выделил 11 млрд руб., а за период 2006—2018 гг. на меры по сокращению производственного травматизма и профзаболеваемости — более 94,2 млрд руб. Сравнивая порядок этих цифр со значительными выплатами на страховые случаи, следует заметить, что неплохо бы воспользоваться рекомендациями МОТ о целевом вложении средств в охрану труда.

Рассуждать об эффективности или, напротив, бесполезности трат на охрану труда, опираясь только на данные статистического ведомства, весьма затруднительно. Видимой прямой зависимости нет. Однако стоит обратить внимание на еще один любопытный показатель Росстата [6].



Из ежемесячного отчета следует, что из более чем 140 тыс. российских предприятий почти на 128 тыс. не зарегистрировано ни одного несчастного случая, т. е. основной вклад в легальную статистику внесли порядка 8 % предприятий.

С одной стороны, такое состояние, исходя из имеющегося анализа статистических данных травматизма, заставляет усомниться в достоверности сбора информации и объективности методов подсчета. С другой стороны, такое положение поддерживает концепцию "нулевого травматизма", которую пропагандирует Минтруд. В принципе идея нулевого травматизма благодарная, но ее реализация возможна в отдельно взятой организации за какой-то отрезок времени (год-два, максимум три). Учитывая менталитет иных собственников компаний и практикуемые методы сокрытия несчастных случаев, трудно будет верить данным об отсутствии травматизма.

Идея "нулевого травматизма" нашла своих последователей в Минтрансе. Это проявилось в выступлении Министра транспорта РФ Е. Дитриха в Совете Федерации 25.11.2019 с докладом о реализации нацпроекта "Безопасные и качественные автомобильные дороги". Министр заявил: "Ситуация в сфере безопасности дорожного движения улучшается: основные показатели аварийности снижаются, по итогам 10 месяцев (2019 г.) на 3,5 % снизилось количество ДТП, число раненых снизилось на 2,9 %, число погибших — на 9,4 %. Примем все меры для достижения нулевого показателя социального риска, нулевой смертности в ДТП к 2030 году" [16].

Относительно статистики ДТП следует отметить, что их учет в нашей стране ведет одна единственная организация — Госавтоинспекция (и это очень правильно), поэтому других данных у нас нет, но нулевой смертности на дорогах не было и никогда не будет.

Необъективность статистических данных о травматизме на производстве и профзаболевности с фиксацией их последовательного снижения, к сожалению, создает у некоторых чиновников неправильное представление о реальной ситуации, которая потенциально может подкрепляться последующими некорректными цифрами. Поводом для этого являются контрольные цифры снижения травматизма и смертности на производстве, заложенные в подпрограмме "Безопасность труда" в рамках государственной программы РФ "Содействие занятости населения".

Данная подпрограмма, рассчитанная на 2018—2020 гг., финансируется из федерального бюджета, на нее выделяются значительные деньги, что предполагает положительный результат. Поскольку контрольные цифры заданы на высоком уровне, сложившаяся ситуация поневоле заставляет чиновников выполнять плановые показатели. И здесь в оборот могут пойти любые методы, в том числе умышленные действия и лукавство в статистике.

При этом контрольные цифры будут взяты в Росстате, который прямого отношения к охране труда не имеет, а уровень цифр у него ниже, чем у Роструда и ФСС, не говоря о достоверности самих данных.

Анализируя сложившуюся ситуацию, трудно однозначно ответить на вопрос, какой федеральный орган исполнительной власти несет ответственность за статистический учет несчастных случаев на производстве и сможет взять на себя ответственность за объективность данного учета.

Практика показывает, что на базе данных трех разных структур статистических наблюдений сложно формировать государственную политику и нормативное регулирование в сфере условий и охраны труда. Выходом из данной ситуации может послужить создание четкой законодательной базы по учету и расследованию НС на производстве с созданием единой полноценной структуры для выполнения этих действий. Для этого необходимо содействие исполнительной и законодательной власти, в первую очередь, Минтруда России.

При появлении в государстве единой структуры учета статистических данных травматизма и профзаболеваний, в сферу которой также будет входить и расследование несчастных случаев на производстве, статистические данные будут корректнее отражать действительность. Цифры, приближенные к реальности, которые будут не такими оптимистичными, как сейчас, станут поводом для размышлений и действий вышестоящих органов для профилактики и предотвращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

В настоящее время для достижения определенных показателей под лозунгом "нулевого травматизма" есть два варианта: либо получить "нужные" результаты путем подтасовки статистических данных со стороны работодателей и чиновников при отсутствии конкретного органа исполнительной власти, который будет ответственным за достоверность всего комплекса статистических действий; либо чтобы действительно снизить показатели травматизма, необходимо, изначально обладая достоверными данными, правильно оценить реальные условия и потенциальные возможности, на основе которых планировать поступательное улучшение ситуации и соответствующих показателей.

В заключение стоит отметить, что в сфере охраны труда реального улучшения не наблюдается, а нововведения вроде специальной оценки условий труда, игнорирующей травмоопасность и не учитывающей многие вредные факторы, или поспешной регулировочной гильотины, отменяющей проверенные нормативы, не способствуют уменьшению профессиональных рисков и позволяют по-прежнему выдавать не соответствующие действительности статистические данные.

Список литературы

1. **Волков Ю. И.** "Непрозрачный" травматизм // Охрана труда и социальное страхование. — 2006. — № 8. — С. 3—7.
2. **Тудос А.** Учет — всему голова // Охрана труда и социальное страхование. — 2008. — № 1. — С. 28—32.
3. **Ниязова И.** Нужна объективная оценка // Медицина труда и промышленная экология. — 2011. — Май. — С. 3—8.
4. **Измеров Н. Ф., Тихонова Г. И., Шуранова Т. Ю., Горчакова Т. Ю.** Производственный травматизм как проблема социально-трудовых отношений. — М.: Изд-во ФГБУМ. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2012. — С. 103—118.
5. **Малаян К. Р.** Тернистый путь развития охраны труда: ее актуальные проблемы // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 3. — С. 3—14.
6. **Российский статистический сборник 2018.** — М.: Росстат, 2018. — 694 с.
7. **Тихонова Г. И., Чуранова А. Н.** Многолетний анализ особенностей учета несчастных случаев на производстве в России // Демографическое обозрение. — 2019. — Т. 6, № 2. — С. 142—164.
8. **Кармачев П. И., Винниченко Н. А.** Статистические показатели производственного травматизма, используемые в отечественной и международной практике оценки уровня травматизма // Безопасность и охрана труда. — 2015. — № 2. — С. — 32—40.
9. **Герасимова Т. А.** О расследовании несчастных случаев на производстве // Охрана труда и социальное страхование. — 2017. — № 10. — С. 55—64.
10. **Русак О. Н., Малаян К. Р., Фаустов С. А.** О специальной оценке условий труда // Охрана труда и социальное страхование. — 2013. — № 4. — С. 65—68.
11. **Малаян К. Р., Милохов В. В., Минько В. Н.** и др. Специальная оценка условий труда: критический анализ // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 12. — С. 3—17.
12. **Побережная Б.** Профзаболеваниям больше внимания // Охрана труда и социальное страхование. — 2014. — № 3. — С. 38—45.
13. **Орлов Г. Л.** Производственный травматизм: проблемы и пути их решения // Охрана труда и социальное страхование. — 2016. — № 3. — С. 50—54.
14. **Тихонова Г. И., Чуранова А. Н.** Производственный травматизм и причины неполной регистрации // Охрана труда и социальное страхование. — 2018. — № 8. — С. 64—73.
15. **Русак О. Н.** Об основах управления безопасностью жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 8. — С. 3—8.
16. **Сбросить скорость** // Российская газета от 26.11.2019. — № 3266 (8024). — С. 3.

K. R. Malajan, Associate Professor, **S. A. Faustov**, Associate Professor,
e-mail: faustov-sa@mail.ru, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

On the Issue of Occupational Injuries Statistics

There are considered basic reasons of unreliability of statistics of industrial traumatism and professional morbidity especially in comparison with foreign indicators and possible ways of its improvement which conclude: creation of common authority for collection of information about all industrial accidents of any degree of severity from all objects independently on number of workers and kind of activity with next working of got data, absolute following requirements of security by all participants of labor process, real improvement of working condition which is able to decrease number of dangerous professions, full coverage of the contingent of the subjects and high-quality physical examination, creation of effective incentives for the employer to invest in labor protection.

Keywords: *statistiks of occupational injuries and occupational diseases, working conditions, occupational safety and health*

References

1. **Volkov Yu. I.** "Neproзраchnyj" travmatizm, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2006. No. 8. P. 3—7.
2. **Tudos A.** Uchet — vsemu golov, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2008. No. 1. P. 28—32.
3. **Niyazova I.** Nuzhna ob'ektivnaya ocenka, *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2011. May. P. 3—8.
4. **Izmerov N. F., Tihonova G. I., Shuranova T. Yu., Gorchakova T. Yu.** Proizvodstvennyj travmatizm kak problema social'no-trudovyh otnoshenij // Izd-vo FGVUM. Moscow: Institut narodno-hozyajstvennogo prognozirovaniya RAN, 2012. P. 103—118.
5. **Malayan K. R.** Ternistyy put' razvitiya ohrany truda: ee aktual'nye problemy, *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016. No. 3. P. 3—14.
6. **Rossijskij statisticheskij sbornik 2018.** Moscow: Rosstat, 2018, 694 p.
7. **Tihonova G. I., Churanova A. N.** Mnogoletnij analiz osobennostej ucheta neschastnyh sluchaev na proizvodstve v Rossii, *Demograficheskoe obozrenie*. 2019. Vol. 6. No. 2. P. 142—164.
8. **Karmachev P. I., Vinnichenko N. A.** Statisticheskie pokazateli proizvodstvennogo travmatizma, ispol'zuemye v otechestvennoj i mezhdunarodnoj praktike ocenki urovnya travmatizma, *Bezopasnost' i ohrana truda*. 2015. No. 2. P. 32—40.
9. **Gerashimova T. A.** O rassledovanii neschastnyh sluchaev na proizvodstve, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2017. No. 10. P. 55—64.
10. **Rusak O. N., Malayan K. R., Faustov S. A.** O special'noj ocenke uslovij truda, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2013. No. 4. P. 65—68.
11. **Malayan K. R., Milohov V. V., Min'ko V. N.** et al. Special'naya ocenka uslovij truda: kriticheskij analiz, *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2014. No. 12. P. 3—17.
12. **Poberezhnaya B.** Profzabolevaniyam bol'she vnimaniya, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2014, No. 3. P. 38—45.
13. **Orlov G. L.** Proizvodstvennyj travmatizm: problemy i puti ih resheniya, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2016. No. 3. P. 50—54.
14. **Tihonova G. I., Churanova A. N.** Proizvodstvennyj travmatizm i prichiny nepolnoj registracii, *Ohrana truda i social'noe strahovanie*. 2018. No. 8. P. 64—73.
15. **Rusak O. N.** Ob osnovah upravleniya bezopasnost'yu zhiznedeyatel'nosti, *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 8. P. 3—8.
16. **Sbrosit' skorost'**, *Rossijskaya gazeta* 26.11.2019, No. 3266 (8024). P. 3.



УДК 628.977:378.162

Е. Г. Шеметова, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой,
Е. Л. Мальгин, канд. пед. наук, доц., e-mail: malgin1954@mail.ru,
Сибирский университет потребительской кооперации, Новосибирск

Основные аспекты создания безопасной световой среды для студентов вузов

На основе анализа данных нормативно-правовой базы, статистики, публикаций, раскрыты содержательные аспекты создания безопасной световой среды — инструментария организации рабочего места обучающегося. Приведены результаты исследований фактической освещенности рабочих мест. Рассмотрены современные подходы к решению проблемы. На основании расчетных показателей даны некоторые рекомендации студентам по приоритетному использованию темных чернил, жирно пишущих ручек, белых тетрадных листов для работы. Предложено акцентировать внимание на использовании плакатов, имеющих высокую контрастность изображения объектов, а также согласовывать цветность освещаемых поверхностей с техническими возможностями применяемых ламп.

Ключевые слова: безопасность труда, световая среда, освещение, норма освещенности, зрительное восприятие, производственный травматизм, блеск, контрастная чувствительность, угол зрения, люминесцентная лампа

Введение

Получение информации об окружающем мире осуществляется различными путями и на 80 % происходит через органы зрения при участии светового источника. Свет обеспечивает биоритмы человека, благоприятствует созданию эмоционального фона индивидуума, ускоряет обменные функции организма, повышает его резистентность, укрепляет иммунитет. Недостаток солнечного света в помещении приводит к психическим атакам, снижению работоспособности человека. Световое голодание приводит к снижению устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, ухудшению функций дыхательной и центральной нервной систем [1].

Наличие естественного и искусственного освещения в рабочих помещениях является одним из основных условий для нормальной производственной деятельности. Качественно спроектированное и рационально выполненное освещение помещений оказывает положительное психофизиологическое действие на организм работника, способствует повышению безопасности и эффективности труда, сохраняет высокую работоспособность, при этом снижается утомляемость и уровень травматизма [2].

Число несчастных случаев на производстве, связанных с недостаточной освещенностью рабочих мест, может достигать 50 % от общего их числа. При грубых работах примерно 1,5 % тяжелых травм со смертельным исходом связано с низкой

освещенностью рабочих мест, причем травмы глаз при этом составляют 30 %. Низкая освещенность рабочих мест является основной причиной развития профессиональной близорукости [3].

Основное гигиеническое требование, предъявляемое к освещенности рабочего места учебной аудитории, — обеспечение функций зрения студента. Функциями зрения являются скорость различения деталей, устойчивость ясного видения, острота, контрастная чувствительность. Слабая освещенность не позволяет реализовать функции зрения в полной мере, что приводит к зрительному утомлению, снижает работоспособность и концентрацию внимания [4].

Для обучающихся искусственное освещение имеет большое значение, но особенно для студентов заочного отделения, поскольку организация учебной деятельности происходит в вечернее время, когда солнечного света недостаточно. Соблюдение норм освещенности рабочего места гарантирует обеспечение зрительных функций, повышение качества выполнения работ и создание хорошего настроения индивидуума [5].

Практических исследований, связанных с оптимизацией световой среды в образовательных учреждениях, помимо соответствия требованиям ГОСТов, СанПинов, проводилось мало. Тема эта столь многогранна и разнообразна, что охватить в разрезе одной статьи все проблемы "световых" аспектов не представляется возможным.

Актуальность исследования заключается в концептуальном подходе к созданию безопасной световой

среды с помощью эффективных средств и рациональных методов, в целях оптимизации условий трудовой деятельности при минимальных потерях.

Первоочередной задачей является оптимизация условий зрительных работ в учебной аудитории с максимальным достижением светотехнической эффективности имеющихся систем освещения. В то же время данная световая среда формируется с учетом требований не только стандартов, но и физиологии зрения студента.

Цель данной работы: исследование фактической освещенности рабочего места студента и определение ее соответствия нормативным требованиям. Основными параметрами освещения, используемыми для оценки качества световой среды, являются: освещенность рабочих поверхностей, прямая и отраженная блескость, осветительная арматура.

Объекты и методы исследований

Объект исследования: учебная аудитория одного из университетов в г. Новосибирске. Проведены исследования по оценке освещенности рабочих мест учебной аудитории, расположенной на цокольном этаже здания.

Перед проведением измерений освещенности производился сбор следующих данных: тип светильников; состояние светильников и параметры их размещения; тип ламп и количество нерабочих приборов. При подготовке к выполнению измерений освещенности проведены следующие работы:

- определены точки измерения на рабочих местах студентов;
- подготовлены средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией;
- измерена температура и относительная влажность воздуха в помещении, атмосферное давление [6].

Методика измерений освещенности рабочей поверхности базируется на способе прямых измерений с использованием средств измерений утвержденного типа [7]. Освещенность рабочей поверхности определяется в нескольких точках измерений, расположенных на поверхности: выбирается не менее 10 контрольных точек на основе визуальных наблюдений.

При проведении измерений соблюдались установленные требования безопасности при эксплуатации электроустановок и используемых средств измерения, считая, что данные измерения не несут опасности для окружающей среды. Студенты, проводившие измерения, были проинструктиваны и проинформированы о порядке работы.

Измерения освещенности рабочей поверхности от установок искусственного освещения

проводились в утреннее время суток (ноябрь—декабрь) до 10 часов, расчетное соотношение естественной и искусственной освещенности составило 8 %. Окна занавешивались темными плотными шторами.

Замеры проводились после стабилизации светового потока осветительной установки. Значения температуры, относительной влажности воздуха находились в диапазонах значений рабочих условий эксплуатации, указанных в описании применяемого средства измерения — люксметра Ю-116 [8]. Данный прибор укомплектован действующим свидетельством о поверке средств измерений органами стандартизации и метрологии Новосибирской области. Люксметр имеет восемь пределов измерений, устанавливаемых насадками-переключателями. Прибор представляет собой микроамперметр, проградуированный в люксах (лк) и подключенный к светочувствительному селеновому фотоэлементу [9]. С помощью прибора определяли суммарную освещенность рабочей поверхности от осветительных установок общего освещения люминесцентными лампами ЛБ-40.

Результаты исследования

1. Нормирование освещенности

Исходя из требований, нормирование освещенности осуществляется в зависимости от разряда и подразряда выполняемой студентом зрительной работы (табл. 1), вида системы освещения, типа используемых в светильнике ламп [10].

Разряд работы определяли в зависимости от размера самой малой детали рабочей поверхности.

Таблица 1

Минимальная искусственная освещенность на рабочих поверхностях

Характеристика работы	Разряд работы	Подразряд работы	Минимальная освещенность рабочего места люминесцентными лампами, лк	
			Совмещенное освещение	Общее освещение
Высокой точности	III	<i>a</i>	2000	500
		<i>б</i>	1000	300
		<i>в</i>	750	300
		<i>г</i>	400	200
Средней точности	IV	<i>a</i>	750	300
		<i>б</i>	500	200
		<i>в</i>	400	200
		<i>г</i>	300	150



Для студента таким объектом является текст в тетради. Исходя из требований Санитарных правил и норм 2.2.1/2.1.1.1278—03 [10], работа студента относится к III—IV разряду, так как наименьший размер объекта различения (толщина линий в тетради) составляет 0,4 мм — III разряд, 0,7 — IV разряд.

После определения разряда устанавливали подразряд работы. Разряд имеет четыре подразряда: *а, б, в, г*, каждый из которых определяли степенью светлоты фона и соотношением контраста объекта различения с фоном.

В рассматриваемом случае фоном является цвет тетрадного листа студента, бумаги учебника, плаката, а объектом различения — текст, графические объекты, рисунки. По степени светлоты фон определяется в зависимости от коэффициента отражения k поверхности и может быть светлым ($k > 0,4$), средним ($k = 0,2...0,4$), темным ($k < 0,2$) [11]. При определении светлоты фона учитывалось, что тетрадные листы конспекта студента имеют цвета: белый, розовый, желтый ($k = 0,5$), светло-синий, светло-фиолетовый, светло-зеленый ($k = 0,3$).

Контраст объекта различения с фоном K , определяемый как отношение разности между яркостью объекта и фоном к яркости фона: большой ($K > 0,5$), средний ($K = 0,2...0,5$) и малый ($K < 0,2$). Цвет чернил, которые используют студенты при работе, колебался от светло-синего цвета ($K = 0,4$) до черного цвета ($K = 0,6$).

Экспериментально определено, что подразряд работы студента варьирует от *в* до *г*.

Согласно нормативной документации определено, что норма освещенности рабочего места студента составляет 200 лк при использовании темных чернил и светлых (белых, розовых, желтых) тетрадных листов; 300 лк, если чернила светло-синего цвета, а фон тетрадных листов является темным (светло-синим, светло-фиолетовым и светло-зеленым).

Далее определяли норму освещенности рабочих мест лабораторного стенда, оснащенного психрометром, барометром и термометрами. Определено, что уровень минимальной нормируемой освещенности составляет 300 лк, так как данная работа относится к IV разряду и подразряду *г*.

Для работы с плакатами, размещенными по периметру учебной аудитории, достаточно освещенности 200 лк, поскольку наименьший размер объекта различения составляет 0,8...1,0 мм и относится к IV разряду и подразряду *б*. В то же время в связи со сложным цветовым решением шрифта (синий) и фона (зеленый) данная зрительная работа является утомительной по условиям контрастности и светлоты фона.

2. Определение фактической освещенности рабочих мест

Фактическая освещенность рабочих мест устанавливалась прямым методом с помощью люксметра Ю-116, имеющего предел допустимой относительной погрешности не более 10 %.

Для объективной оценки фактической освещенности рабочих мест определялась в 12 контрольных точках аудитории. В качестве точек замера, на основании рекомендаций типовых параметров сетки контрольных точек (табл. 2), использовались: рабочий стол преподавателя, рабочий стол студента наиболее освещенный и наименее освещенный, стенд по микроклимату, плакаты [7].

Измерение освещенности проводили после стабилизации светового потока осветительной установки. При измерениях освещенности на измерительный фотометрический датчик не должны падать тень человека, деревьев, посторонних предметов, а также свет от других источников света.

Замеры проводились методом прямых измерений: по рабочим поверхностям — горизонтально, на расстоянии 0,8 м от пола на уровне столешницы; плакаты — вертикально, на расстоянии 1 м от объекта исследования; стенд — наклонно, на расстоянии 0,3...0,5 м от приборов [11]. Данные замеров приведены в табл. 3.

Таблица 2

Расположение контрольных точек при измерениях средней освещенности помещения и рабочей зоны

Длина помещения или рабочей зоны, м	Максимальное расстояние между контрольными точками, м	Минимальное число контрольных точек
10	1	10

Таблица 3

Усредненные значения фактической освещенности рабочих мест учебной аудитории [11]

Контрольная точка	Фактическая освещенность, лк
Стол преподавателя	300
Стол студента наиболее освещенный — по двум точкам	295
Стол студента наименее освещенный — по двум точкам	180
Стенд по исследованию параметров микроклимата — по четырем точкам	140
Плакаты — по трем точкам	210
Всего по учебной аудитории (12 точек)	225

На основе полученных параметров освещенности рабочих мест учебной аудитории определено, что условия световой среды применимы для IV разряда подразрядов б, в, г; III разряда подразряда г. При работе студента с шрифтом 0,3...0,5 мм, цветными тетрадными листами, светлыми чернилами, фактическая освещенность рабочих мест (225 лк) ниже уровня нормируемой (300 лк) на 25 %. Имеющихся шести светильников для создания качественной световой среды аудитории недостаточно при выполнении работ III разряда подразряда б, в; IV разряда подразряда а.

3. Расчет осветительных установок

Далее проводился расчет числа светильников для учебной аудитории (общее искусственное освещение, люминесцентные лампы), а также мощность осветительной установки [11].

Мощность осветительной установки, Вт, определяли по формуле

$$W = nW_{\text{л}}, \quad (1)$$

где n — число ламп в осветительной установке; $W_{\text{л}}$ — мощность одной лампы, Вт.

Для освещения учебной аудитории используются двухламповые светильники ЛСПО2 с лампами ЛБ-40, характеристики которых применяли для расчета (табл. 4).

Необходимое число ламп в светильниках определяли по формуле [11]

$$n = n_1 N, \quad (2)$$

где N — число светильников, шт.; n_1 — число ламп в одном светильнике, шт.

Число светильников определяли по формуле

$$N = \frac{SK_3 E_{\text{min}}}{\lambda \eta F_{\text{л}} n_1}, \quad (3)$$

Таблица 4

Характеристика люминесцентных ламп общего назначения [11]

Тип ламп	Мощность, Вт	Световой поток, лм
ЛДЦ40	40	1520
ЛД40		1960
ЛХБ40		2200
ЛБ40		2480
ЛТБ40		2200
ЛДЦ80	80	2720
ЛД80		3440
ЛХБ80		3840
ЛБ80		4320
ЛТБ80		3840

где E_{min} — нормативная минимальная освещенность, лк (см. табл. 1); S — площадь помещения, м²; K_3 — коэффициент запаса (1,3...1,7); $F_{\text{л}}$ — световой поток ламп, лм (см. табл. 4); λ — коэффициент неравномерного освещения (принимается 0,9); η — коэффициент использования светового потока светильника [11].

Коэффициент использования светового потока η светильника определяется в зависимости от индекса помещения ϕ . Данный коэффициент рассчитывается по формуле

$$\phi = \frac{AB}{H_p(A+B)},$$

где A — длина помещения, м; B — ширина помещения, м; H_p — высота от рабочей поверхности до светильника, м.

При определении значения H_p учитывали высоту двухлампового светильника ЛСПО2-0,10 (параметры помещения: ширина — 0,29 м, длина — 1,23 м).

В результате расчетов, количество светильников ЛСПО2 составило девять штук, фактическое число осветительных установок — 9.

4. Определение отраженной блескости

Отраженную блескость на рабочих местах (слепящего действия отраженного света от осветительных установок) определяют визуально и фиксируют в протоколе оценки условий освещения как вывод "есть" или "нет". Отраженная блескость возникает при работе с металлическими, стеклянными или пластмассовыми блестящими изделиями, на стеклах измерительных приборов, на видеодисплейных терминалах, при чтении текста на глянцевой бумаге.

В эксперименте определялась отраженная блескость от полуглянцевой столешницы рабочего места студента. Что касается работы с приборами для исследования параметров микроклимата, измерительные части психрометров, анемометров, барометров, термометров практически лишены блеска.

5. Определение прямой блескости

Установление прямой блескости на рабочих местах, т. е. слепящего действия осветительных установок, проводят визуально и фиксируют в протоколе оценки условий освещения как вывод "есть" или "нет". Прямая блескость имеется в поле зрения работника при источнике прямого света, не перекрытых отражателями, рассеивателями, экранирующими решетками.

В аудитории имеются светильники рассеянного света, которые на 50 % создают прямую блескость, но высота подвеса светильника 3,4 м



позволяет добиться того, что глаза студента не подвержены воздействию бликов. Поэтому прямую блескость можно не определять.

Выводы

1. В процессе работы с нормативной документацией определено, что норма освещенности рабочего места студента составляет 200...300 лк.

2. В результате нахождения параметров освещенности рабочих мест учебной аудитории определено, что фактические условия световой среды применимы для III разряда подразряда *г* и IV разряда подразрядов *б*, *в*, *г*.

3. Работа студента с шрифтом 0,3...0,5 мм, цветными тетрадными листами, светлыми чернилами, требует увеличения освещенности рабочих мест на 25 %.

4. В результате расчетов количества осветительных установок сделан вывод, что для обеспечения качественной световой среды при выполнении работ III разряда подразряда *б*, *в* требуется не менее шести светильников, а для работ IV разряда подразряда *а* необходимо девять светильников.

5. В протоколе оценки условий освещения сделан вывод, что отраженная блескость "есть", примерно на 50 %, так как поверхность столешницы рабочего стола имеет небольшой гляцевый блеск. В работе с приборами для исследования параметров микроклимата отраженная блескость практически отсутствует.

6. Считать, что показатель "прямая" блескость находится в пределах нормы.

Заключение

По итогам исследования фактической освещенности рабочих мест, исходя из расчетных показателей, на основании изучения основных аспектов организации оптимальной световой среды для работы студентов университета, предложены перечисленные далее рекомендации.

1. Для работы студентам следует применять темные чернила, белые тетрадные листы, ручки с написанием линий толщиной 0,7 мм.

2. Применять плакаты на занятиях с высокой контрастностью и оптимальным цветовым решением шрифта и фона; установить дополнительные светильники: не менее двух потолочных и один светильник над микроклиматическим стендом.

3. Учитывать фактор цветности освещаемых поверхностей и цветности применяемых ламп.

4. Увеличить мощность ламп осветительной установки в 2 раза — с 40 до 80 Вт.

5. Заменить осветительные приборы более современными моделями.

6. Использовать для работы студентов столы с матовой рабочей поверхностью в целях снижения отраженной блескости.

Список литературы

1. Шеметова Е. Г. Исследование освещенности рабочих мест студентов университета // Вестник Кемеровского государственного университета. — 2015. — № 2. — С. 118—121.
2. Баркарь А. П., Шеметова Е. Г. Актуальные вопросы охраны труда и безопасности персонала на производственных объектах // Наука молодых — будущее России: Материалы научных трудов III Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых (11—12 декабря 2018 года). Т. 5. Юго-Зап. гос. ун-т. — Курск: Изд-во ЗАО "Университетская книга", 2018. — С. 156—159.
3. Радчинская О. Е., Шеметова Е. Г. Исследование освещенности рабочих мест в ресторанах сети KFC г. Новосибирска // Юность и знания — Гарантия Успеха — 2018 [Текст]: Материалы научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции (20—21 сентября 2018 года) / ред. Е. В. Павлов (отв. ред.); Т. 2. Юго-Зап. гос. ун-т. — Курск: Изд-во ЗАО "Университетская книга", 2018. — С. 157—161.
4. Тошаков К. И., Тошакова А. А., Шеметова Е. Г. Обеспечение безопасных условий труда предприятий общественного питания на примере семейно-развлекательного центра "Остров сокровищ" // Наука молодых — будущее России: сборник научных статей III Международной конференции перспективных разработок молодых ученых (11—12 декабря 2018 года), в 6-ти томах. Том 5. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск: Изд-во ЗАО "Университетская книга", 2018. — С. 193—197.
5. Шеметова Е. Г. Исследование освещенности рабочих мест учебных аудиторий для студентов заочного отделения СибУПК // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Материалы Международной научно-практической конференции (28—29 ноября). — Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, 2013. — С. 373—376.
6. ГОСТ Р 8.563—2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений.
7. ГОСТ 24940—2016. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140599> (дата обращения 20.01.2020).
8. Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения проверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке". URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4> (дата обращения 20.01.2020).
9. ГОСТ 8.014—72 Государственная система обеспечения единства измерений. Методы и средства поверки фотоэлектрических люксметров. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294822/4294822216.htm> (дата обращения 20.01.2020).
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278—03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Дата актуализации: 01.01.2019. URL: <http://meganorm.ru/index2/1/4294844/4294844923.htm> (дата обращения 20.01.2020).
11. Шеметова Е. Г. Оценка фактической освещенности рабочих мест учебных аудиторий СибУПК // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 7—8. — С. 107—110.

E. G. Shemetova, Associate Professor, Head of Chair,
E. L. Malgin, Associate Professor, e-mail: malgin1954@mail.ru,
Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk

Key Aspects of Creating a Safe Light Environment for Students at University

Based on the analysis of the data of the regulatory framework, statistics, publications, the pithy aspects of creating a safe light environment — the toolkit of the organization of the student's workplace — are revealed. The results of studies on the actual illumination of jobs are presented. Modern approaches to solving the problem have been defined. Based on the calculations, some recommendations are given to students on the priority use of dark ink, greasy writing pens; white notebook sheets for work. It is proposed to focus on the use of posters that have a high contrast of images of objects; and to align the color of the illuminated surfaces with the technical capabilities of the lamps used.

Keywords: occupational safety, student, work, light environment, lighting, discharge, background, sub-discharge, lighting, light, norm, light, visual perception, industrial injury, work efficiency, direct brilliantness, work surface, reflected sequins, short-sightedness, sharpness, contrast sensitivity, stability of clear vision, strobe effect, angle of vision, fluorescent lamp, light output, LED, speed of discernment of details

References

1. **Shemetova E. G.** Research of the illumination of students' jobs. *Bulletin of Kemerovo State University*. 2015. No. 2. P. 118—121.
2. **Barkar A. P., Shemetova E. G.** Actual issues of health and safety of personnel at production facilities. *Science of young-future Russia: materials of scientific works of the 3rd International Scientific Conference of Promising Development of Young Scientists* (December 11—12, 2018). Vol. 5. South-zap. State. Un-t. Kursk: From the University Book, 2018. P. 156—159.
3. **Radchinskaya O. E., Shemetova E. G.** Study of lighting of jobs in restaurants of the KFC chain in Novosibirsk. *Youth and Knowledge — Guarantee of Success — 2018 (Text): materials of scientific papers of the 5th International Youth Science Conference* (September 20—21, 2018) / Eds. Pavlov E. V. (T. 2. South zap. State. Un-t., Kursk: From the University Book, 2018. P. 157—161.
4. **Toshkov K. I., Toshchakov A. A., Shemetova E. G.** Providing safe working conditions for catering enterprises on the example of the family-entertainment center "Treasure Island". *Science of the Young — The Future of Russia: a collection of scientific articles 3 international conference of promising developments of young scientists* (December 11—12, 2018), in 6 volumes, Volume 5. South zap. State. Un-t., Kursk: From the University Book, 2018. — 292 p., P. 193—197.
5. **Shemetova E. G.** Research on the lighting of classroom jobs for students of the separation of siburters / Safety of enterprises in industrialized regions: Materials of the International Scientific and Practical Conference (November 28—29). — Kemerovo: Kuzbass State Technical University, 2013. — P. 373—376.
6. **GOST P 8.563—2009.** The state system of ensuring the unity of measurements. Methods (methods) of measurements.
7. **GOST. 24940.—2016.** Buildings and structures. Methods for measuring light. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140599> (date of access 20.01.2020).
8. **Order** of the Russian Ministry of Industry and Trade dated 02.07.2015 No. 1815 "On approval of the Order of verification of measurements, requirements for verification and content of verification certificate". URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4> (date of access 20.01.2020).
9. **GOST 8.014—72** State System for Unity of Measurements. Methods and means of testing photovoltaic luximeters. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294822/4294822216.htm> (date of access 20.01.2020).
10. **SanPin 2.2.1/2.1.1.1278—03** Hygiene requirements for natural, artificial and combined lighting of residential and public buildings. Update date: January 1, 2019. URL: <http://meganorm.ru/index2/1/4294844/4294844923.htm> (date of access 20.01.2020).
11. **Shemetova E. G.** Assessment of the actual illumination of the jobs of SibUPK classrooms. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2014. No. 7-8. P. 107—110.

УДК 628.3

Б. С. Ксенофонов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru,
А. С. Козодаев, канд. техн. наук, доц., **Р. А. Таранов**, канд. техн. наук, доц.,
М. С. Виноградов, канд. техн. наук, ассистент, **Е. В. Сеник**, канд. техн. наук, доц.,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Интенсификация очистки сточных вод машиностроительных предприятий с использованием реагентных композиций

Рассмотрены вопросы интенсификации очистки сточных вод машиностроительных предприятий с использованием реагентов в виде определенных композиций. Особое внимание уделено составу реагентных композиций, определяющих итоговый положительный эффект очистки сточных вод машиностроительных предприятий. Отмечено, что выбранные реагентные композиции способствуют извлечению из сточных вод не только металлов, но и биогенных элементов.

Ключевые слова: очистка сточных вод, машиностроительные предприятия, реагентные композиции, ионы металлов, биогенные элементы

Отличительной особенностью процессов очистки сточных вод машиностроительных предприятий является необходимость технологических стадий, связанных только с удалением металлов, а в некоторых случаях и с одновременным извлечением металлов и биогенных элементов и других загрязняющих веществ [1–5].

Рассмотрим в качестве примера очистку сточных вод машиностроительных предприятий от металлов и биогенных элементов с использованием реагентных композиций. Сточные воды с различных производственных участков собираются в приемок сбора и усреднения технологических сточных вод 1 (рис. 1).

При достижении определенного уровня сточной воды в приемке-усреднителе 1 включаются насосы, подающие загрязненную воду в реактор-смеситель 2. В этот реактор, оборудованный мешалкой, автоматически подается также смесь кислот из бака 10.

Хорошему перемешиванию воды и поступающих реагентов способствует скоростная мешалка, которая начинает действовать автоматически при включении всей системы очистки стоков и барботаж жидкости сжатым воздухом.

Далее дозируется 5 %-ный раствор известково-молока из бака 11 с помощью насоса-дозатора (на рис. 1 не показан), который управляется по специальной программе, и включается при наличии потока воды в системе очистки стоков. При этом происходит повышение рН очищаемых

сточных вод до 7,0. За счет этого происходит выпадение фосфатов. Контроль за значением рН осуществляется с помощью рН-метра в целях поддержания заданного значения рН по специальной программе. В реактор 2 также непрерывно подается из бака дозирования 12 коагулянт — Аква-аурат 30 с помощью насоса-дозатора. Работа насоса также осуществляется через общий шкаф управления, и при этом дозирование реагента происходит в зависимости от расхода стоков. С помощью реагента Аква-аурат 30 происходит перевод растворимых соединений фосфора в нерастворимое состояние, а также укрупнение веществ, выпадающих в осадок. Кроме того, сочетание Аква-аурата 30 и раствора извести способствует извлечению тяжелых металлов без использования приема по корректировке рН. Механизм данного процесса заключается в сорбировании ионов тяжелых металлов при взаимодействии с реагентом Аква-аурат 30 и известью.

Далее в реактор 2 подается раствор Праестола 655 с помощью насоса дозатора из бака 13, который подключен к общему шкафу управления и осуществляет дозирование реагента в зависимости от расхода стоков. За счет этого происходит флокуляция — процесс, ускоряющий коагуляцию и способствующий более значительному укрупнению частиц нерастворимых соединений с образованием хлопьев.

Далее очищаемая вода из нижней части реактора 2 перетекает в вертикальный флотоотстойник 3,

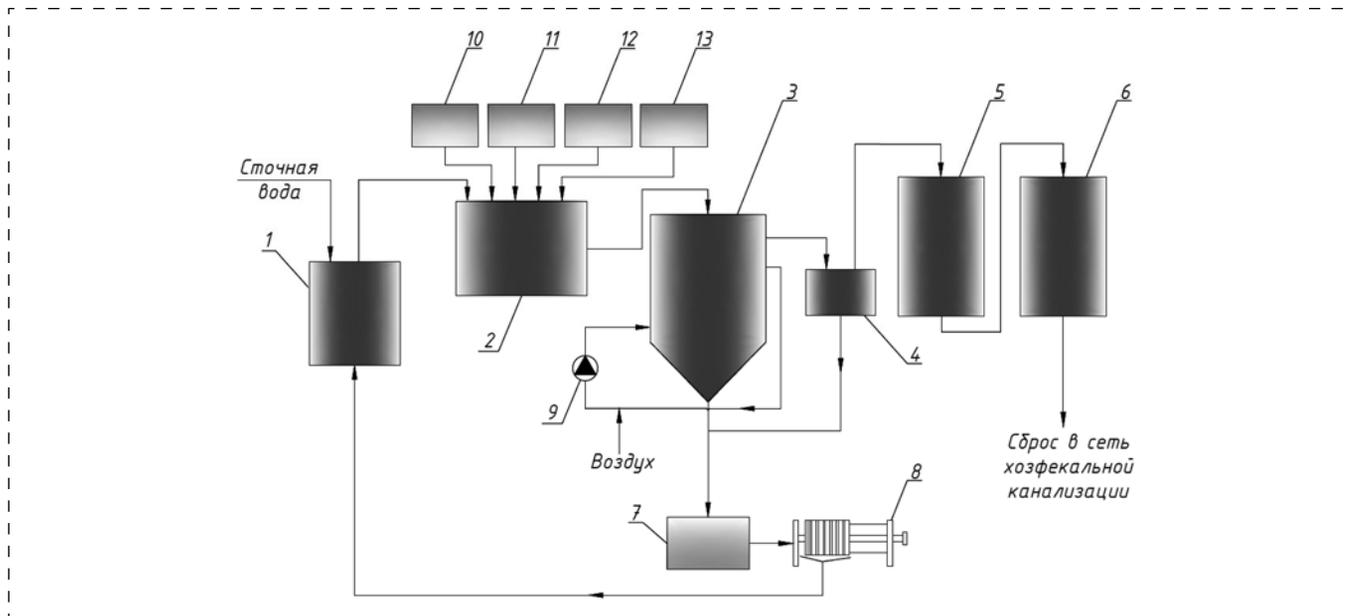


Рис. 1. Технологическая схема модернизированных локальных цеховых очистных сооружений:

1 — приемок-усреднитель сточных вод; 2 — реактор; 3 — флотоотстойник; 4 — промежуточный резервуар; 5 — фильтр сорбционный; 6 — фильтр угольный; 7 — шламонакопитель; 8 — фильтр-пресс; 9 — насос; 10 — бак дозирования смеси кислот; 11 — бак дозирования извести; 12 — бак дозирования Аква-аурата 30; 13 — бак дозирования Праестола 655

в котором происходит извлечение загрязнений в виде хлопьев. Аэрация очищаемой воды в этом флотоотстойнике происходит с помощью насоса 9 подачи водовоздушной смеси (рабочей жидкости),

в котором также происходит растворение воздуха в воде.

Далее рабочая жидкость поступает в центральную часть флотоотстойника (рис. 2) для

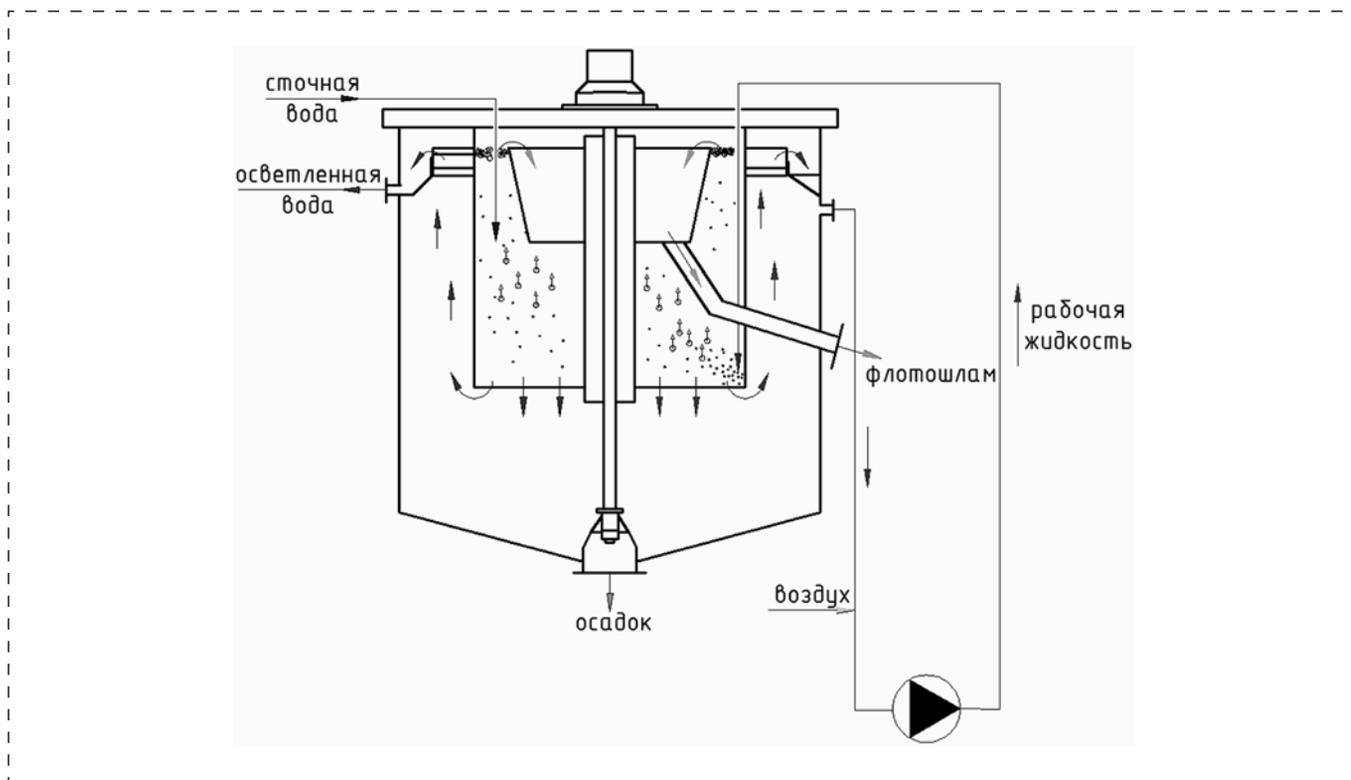


Рис. 2. Схема флотоотстойника



осуществления процесса флотации. С этой целью во флотоотстойнике установлена обсадная труба, для выделения зоны флотации и коническая воронка, которая предназначена для удаления фло-тошлама (см. рис. 2). Осветленная вода переливается через сборный карман в приямок очищенной воды. В приямке осуществляется нейтрализация осветленной воды до показателей рН = 6,5...8,5 за счет дозирования в приямок лимонной кислоты.

После этого, с помощью насосов вода из приямка подается на дальнейшую очистку в блок фильтрования. Сначала очищаемая вода подается в напорный сорбционный фильтр 5 (см. рис. 1), в котором задерживаются взвешенные твердые и эфирорастворимые вещества. После фильтра 5 вода под напором поступает в фильтр 6 (см. рис. 1) с активированным углем АГ-3. В этом фильтре происходит улавливание растворенных органических и эфирорастворимых веществ. После этого вода с остаточным напором направляется в приямок доочищенной воды, откуда насосами по специальному графику перекачивается в хозфекальную систему предприятия. Осадок во флотоотстойнике сгребается к центральному выпускному патрубку с помощью скребка (см. рис. 2) и выпускается самотеком в шламонакопитель 7 (см. рис. 1). Удаление пенного продукта осуществляется через воронку, установленную в центре флотоотстойника, откуда по трубопроводу поступает в емкость-накопитель для шлама и далее

подается вместе со шламовой пульпой на фильтр-пресс.

Шламовая пульпа и пенный продукт перемешиваются с помощью тангенциально установленной мешалки и перекачиваются из емкости-накопителя в фильтр-пресс 8 (см. рис. 1) плунжерным насосом. Фильтр-пресс работает в автоматическом режиме. После заполнения полостей фильтр-пресса обезвоженным шламом, фильтр выключают. Осадок вручную выгружают в контейнер, а отжатая вода сливается в дренаж.

Результаты очистки сточных вод по указанной технологической схеме с описанным режимом эксплуатации приведены в таблице. Эффективность очистки сточных вод с использованием реагентных композиций показана на рис. 3—5.

Представленные в таблице и на рис. 3—5 данные указывают на высокую эффективность извлечения загрязнений по нормируемым показателям, в частности металлов, в том числе Ni

Показатели качества очистки сточных вод

Показатель	Значение показателей, мг/л	
	на входе в очистные сооружения	на выходе из очистных сооружений
рН	5,7...8,1	7,2...7,5
БПК5	146	90
ХПК	21...484	250
Взвешенные вещества	5...15	10
Цинк	130	0,5
Никель	0,24	0,01
Железо общее	0,1...8,9	0,1
Азот аммонийный	1,2...32	10,00
Сульфаты	129...2700	150
Хлориды	115...3200	420
АПАВ	0,07...1,44	0,1
Нефтепродукты	0,05...1,9	0,1
Фенолы	0,002	0,005
Фосфор общий	800	8
Медь	0,0105	0,02
Жиры	0	0
Хром (+3)	0,01...0,08	—
Хром (+6)	0,01...0,022	—

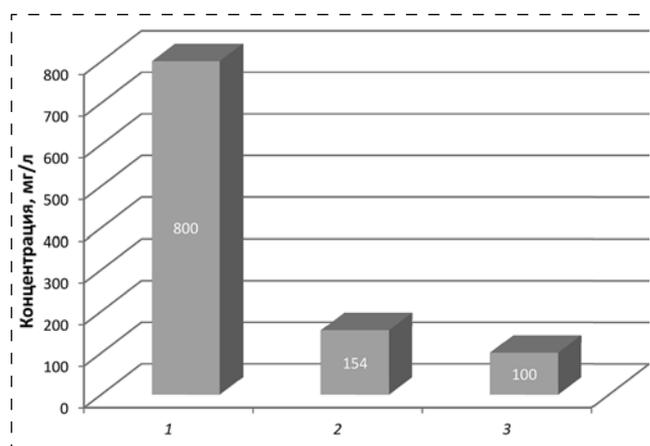


Рис. 3. Эффективность очистки сточных вод от Ni:

1 — до очистки; 2 — после обработки одним реагентом; 3 — после обработки тремя реагентами

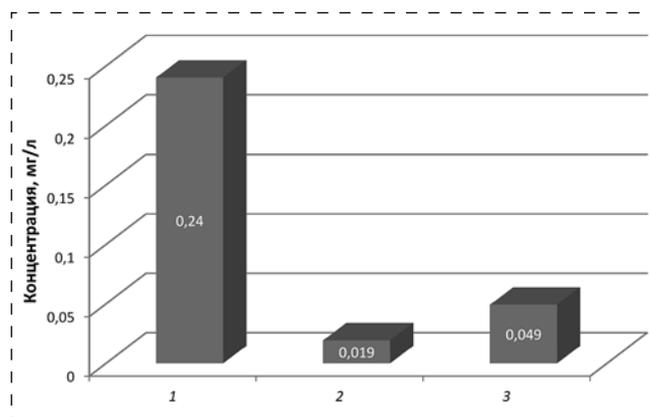


Рис. 4. Эффективность очистки сточных вод от Zn:

1 — до очистки; 2 — после обработки тремя реагентами; 3 — после обработки четырьмя реагентами

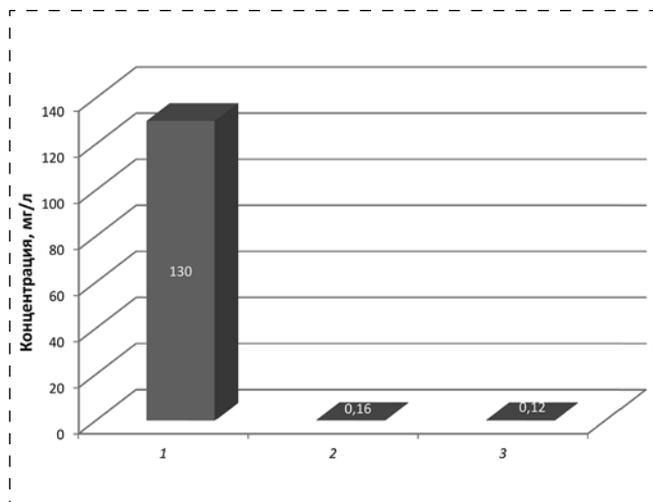


Рис. 5. Эффективность очистки сточных вод от $P_{\text{общ}}$:
 1 — до очистки; 2 — после обработки тремя реагентами;
 3 — после обработки четырьмя реагентами

и Zn, а также биогенных элементов на примере фосфора $P_{\text{общ}}$.

Таким образом, использование реagentных композиций из 2—5 и более reagentов позволяет достигать высоких технологических результатов очистки сточных вод машиностроительных предприятий.

Список литературы

1. **Смирнов Д. Н., Генкин В. Е.** Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. — М.: Металлургия, 1989. — 224 с.
2. **Ксенофонтов Б. С.** Флотационная очистка сточных вод. М.: Новые технологии, 2003. — 160 с.
3. **Ксенофонтов Б. С.** Очистка воды и почвы флотацией. — М.: Новые технологии, 2004. — 224 с.
4. **Ксенофонтов Б. С.** Флотационная обработка воды, отходов и почвы. — М.: Новые технологии, 2010. — 272 с.
5. **Патент РФ** на изобретение № 2108974. Способ очистки сточных вод / Б. С. Ксенофонтов. Заявл. 22.04.96, рег. 20.04.98.

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru, **A. S. Kozodayev**, Associate Professor, **R. A. Taranov**, Associate Professor, **M. S. Vinogradov**, Assistant, **E. V. Senik**, Associate Professor, Bauman Technical State University, Moscow

Intensification of Waste Water Treatment of Machine-Building Enterprises Using Reagent Compositions

The issues of intensification of waste water treatment of machine-building enterprises with the use of reagents in the form of certain compositions are considered in the work. Special attention is paid to the composition of reagent compositions determining the final positive effect of treatment of waste water of machine-building enterprises. It is noted that the selected reagent compositions facilitate recovery of not only metals, but also biogenic elements from waste water.

Keywords: waste water treatment, machine-building enterprises, reagent compositions, metal ions, biogenic elements

References

1. **Smirnov D. N., Genkin V. E.** Ochistka stochnykh vod v protsessakh obrabotki metallov. Moscow: Metallurgiya, 1989. 224 p.
2. **Ksenofontov B. S.** Flotatsionnaya ochistka stochnykh vod. Moscow: Novye tehnologii, 2003. 160 p.
3. **Ksenofontov B. S.** Ochistka vody i pochvy flotatsiyei. Moscow: Novye tehnologii, 2004. 224 p.
4. **Ksenofontov B. S.** Flotatsionnaya obrabotka vody, othodov i pochvy. Moscow: Novye tehnologii, 2010. 272 p.
5. **Patent RF** na izobretenie № 2108974. Sposob ochistki stochnykh vod / B. S. Ksenofontov. Zayavl. 22.04.96, reg. 20.04.98.



УДК 544.54.4 + 54.116

Н. Н. Красногорская¹, д-р техн. наук, проф., e-mail: nk.ufa@mail.ru,
И. Ф. Гладких¹, д-р техн. наук, проф., **А. В. Купцов**², канд. техн. наук,
зам. директора департамента, **А. Б. Магид**², канд. техн. наук, зам. директора,
директор департамента, **М. А. Магид**¹, магистр

¹ Уфимский государственный авиационный технический университет

² АО "Институт нефтехимпереработки", Уфа

Отмывка нефтешлама растворами поверхностно-активных веществ

Приведены результаты исследования технологических условий и определение дозировки различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) для очистки нефтешламов, а также отмывки механических примесей нефтешлама от углеводородов. В ходе исследований определена температура (60...80 °С), при которой вымывается 70...85 % углеводородов. Увеличение количества промывочной воды к нефтешламу до 20:1 увеличивает эффективность очистки в 1,4 раза. По результатам проведенных исследований разработаны структурные технологические схемы (два варианта) и условия очистки нефтешлама от углеводородов с содержанием механических примесей меньше и больше 6 % масс.

Ключевые слова: нефтешлам, поверхностно-активное вещество, отмывка, механические примеси, нефтепродукты, технология, утилизация

В настоящее время остро стоит вопрос экологического благополучия окружающей среды, а также минимизации техногенного воздействия на природу и восстановления естественной среды в местах, несущих на себе следы техногенной деятельности человека.

Ярко выражена проблема накопленных нефтешламов и связанное с этим загрязнение почв. Проблема переработки до сих пор не решена. В связи с различной природой происхождения и разным составом нефтешламы подлежат различным видам переработки и утилизации [1, 2].

Наибольшую трудность с переработкой вызывают нефтешламы с высоким содержанием механических примесей (от 40 % и более) и с содержанием нефтепродуктов в пределах 10...25 % от общей массы нефтешлама.

Известны различные способы утилизации нефтешламов в зависимости от состава нефтешлама: смешение с твердыми компонентами (гравий, щебень, цемент); гранулирование или капсулирование с гидрофобными реагентами (известь, зола, глина, катализаторы); смешение с товарной нефтью и др. При этом используются различные способы переработки: экстракция, ректификация, флотация, биохимическое разложение и др.

Наиболее эффективным методом обезвреживания шлама считается термический: термодеструкция, выпаривание, пиролиз, сжигание и их комбинации. Но практического применения эти методы из-за экологической и промышленной опасности не нашли.

Эффективными зарекомендовали себя методы отмывки нефтешламов водными растворами поверхностно-активных веществ или растворителями углеводородов [1–4]. Отмывка шлама от нефтепродуктов в настоящее время является перспективным и в эксплуатации методом.

Использование водных растворов ПАВ обеспечивает:

— образование развитой удельной поверхности обрабатываемого нефтешлама в промывном растворе ПАВ;

— высокую моющую способность, возникающую при адсорбции на границе раздела с созданием расклинивающего давления, отрывающего загрязнения и переводящего их в водный раствор;

— высокую деэмульгирующую способность обуславливающую быстрое разрушение нефтесодержащих грунтов, почв, буровых шламов и эмульсий относительно быстрое разделение раствора и нефтепродукта;

— возможность многократного использования промывного раствора ПАВ в технологическом процессе.

При отмывке нефтешламов водными растворами поверхностно-активных веществ возникают проблемы, связанные с отсутствием стандартных установок, недостаточностью разработок физико-химических основ отмывки нефти от механических примесей и др. В связи с этим поиск метода переработки нефтешламов является весьма актуальным.

Далее представлены исследования, в ходе которых определялись наиболее приемлемые реагенты

Таблица 1

Характеристика исследуемого нефтешлама

Показатели	Единица измерения	Результат
Содержание:		
массовая доля воды	%	5...25
массовая доля механических примесей	%	30...90
массовая доля нефтепродуктов	%	10...40
Плотность нефтешлама	г/см ³	1,100...1,500
Плотность механических примесей	г/см ³	1,400...1,700

(ПАВ) и условия отмывки нефтешламов от углеводородов. Объектом исследования являлись нефтешламы с высоким содержанием механических примесей. Характеристика исследуемого нефтешлама приведена в табл. 1.

При исследовании отмывки нефтешлама использовали перечисленные ниже ПАВ, производимые в промышленности.

1. Аквапетрол ЭКО (ООО "Уралхиминвест" г. Екатеринбург) — концентрация рабочего раствора ПАВ — 10 % и 5 %.

Аквапетрол ЭКО — слабощелочное высокоэффективное концентрированное моющее обезжиривающее средство, может использоваться в жесткой воде. Водорастворимо, биоразлагаемо, пожаро- и взрывобезопасно, химически стабильно, не содержит фосфатов, не разлагается с выделением вредных веществ.

2. Неонол АФ 9-12 (г. Томск) — концентрация рабочего раствора ПАВ — 50 %. Состав композиционной смеси, %: ПАВ неонол АФ 9-12 — 5; карбамид — 5; бура — 5; триполифосфат — 5.

3. ИХН-про (г. Томск) — концентрация рабочего раствора ПАВ, используемого в экспериментах, — 100 %.

Состав композиционной смеси, %: нефтенол ВВД — 2; бура — 10; карбамид — 10; глицерин дистиллированный — 50; вода — 28.

4. Алмико-09 (концентрат) (г. Уфа) — концентрация рабочего раствора ПАВ, используемого в экспериментах, — 5 %.

Исследования проводили с подогревом смеси нефтешлама с водным раствором ПАВ до температур 40 °С, 60 °С, 70 °С, 80 °С. В ходе эксперимента исследуемые ПАВ разбавляли дистиллированной водой, а промывание осадка проводили питьевой водой. При проведении эксперимента к нефтешламу добавляли раствор ПАВ, который готовили в пропорциях, рекомендованных производителем.

Смесь нефтешлама и ПАВ нагревали до температуры 40 °С, 60 °С, 70 °С, 80 °С и выдерживали в течение 15 мин. После нагревания раствор шлама отстаивали, при этом образовывалось три слоя (фазы) (рис. 1). После отстаивания осуществлялось разделение фаз на жидкую и осадок; жидкую фазу (углеводороды и раствор ПАВ) сливали.

Промывку нефтешлама осуществляли при температуре воды 40 ± 5 °С; 60 ± 5 °С; 70 ± 5 °С; 80 ± 5 °С.

В оставшемся осадке определяли содержание воды по ГОСТ 2477—65 [5], а содержание нефтепродуктов определяли расчетным методом. Объемное соотношение осадка к промываемой воде составляло: 1:10; 1:20.

Результаты отмывки нефтешлама Аквапетрол ЭКО при температурах при температурах 40 °С, 60 °С и 80 °С приведены в табл. 2.

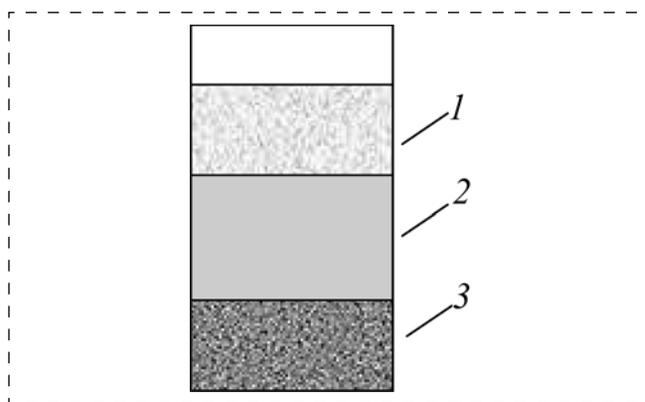


Рис. 1. Схема разделения нефтешламов под действием гравитационных сил:

1 — нефтэмульсионный слой; 2 — водоэмульсионный слой; 3 — слой, содержащий механические примеси (осадок)

Таблица 2

Результаты отмывки нефтешлама Аквапетрол ЭКО при различных температурах

Показатели	Температура рабочего раствора ПАВ		
	40 °С	60 °С	80 °С
Массовая доля воды, %	26,6	29,9	30,2
Массовая доля механических примесей, %	57,9	62,5	65,9
Массовая доля нефтепродуктов, %	15,4	7,54	3,9
Остаточное количество нефтепродуктов в шламе, %	63,8	31,3	16,1
Отмыто нефтепродуктов из шлама, %	36,1	68,7	83,9

Примечание. Для определения достоверности и погрешности проведенных исследований при температуре 60 °С опыт повторяли трижды.



Таблица 3

Результаты отмывки нефтешлама растворами ПАВ при различных температурах

Показатели	Алмико-09			Неонол АФ 9-12			ИХН-про		
	60 °С	70 °С	80 °С	60 °С	70 °С	80 °С	60 °С	70 °С	80 °С
Массовая доля воды, %	34,4	34,0	29,3	29,5	31,6	31,4	15,5	31,0	34,7
Массовая доля механических примесей, %	47,1	50,2	55,8	57,9	58,7	58,7	61,5	54,3	57,2
Массовая доля нефтепродуктов, %	18,5	15,8	14,9	12,6	9,7	9,9	23,0	14,7	8,1
Остаточное количество нефтепродуктов в шламе, %	76,4	65,3	61,6	52,1	40,1	40,1	95,0	60,7	33,5
Отмыто нефтепродуктов из шлама, %	23,6	34,7	38,4	47,9	59,9	59,9	5,0	39,3	66,5

Результаты отмывки нефтешлама Алмико-09, Неонол АФ 9-12 и ИХН-про при температурах 60 °С, 70 °С и 80 °С приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 2 и 3, качество промывки возрастает с повышением температуры и наиболее эффективными температурами являлись 60...80 °С.

Среди исследованных ПАВ наибольшей эффективностью отмывки нефтепродуктов обладает Аквапетрол ЭКО. При температурах 80 °С ряд эффективности ПАВ можно представить следующим образом:

Аквапетрол ЭКО — 83,9 % > Неонол АФ 9-12 — 59,9 % > ИХН-про — 66,5 % > Алмико-09 — 38,4 %

При температуре 60 °С ряд эффективности ПАВ аналогичен.

Исследование зависимости степени удаления углеводородов из осадка нефтешлама после обработки ПАВ Неонол АФ 9-12 при увеличении количества воды для промывки осадка в 2 раза улучшает показатели отмывки нефтешлама от углеводородов в 1,4 раза с 37,6 до 52,9 % (табл. 4).

Возможность использования раствора ПАВ многократно проводилось исследование применение трехкратно одного и того же раствора ПАВ. Результаты экспериментов приведено в табл. 5.

Исследование циклического использования ПАВ показало, что при повторном использовании 20 %-го раствора ПАВ Аквапетрол ЭКО (без промывания осадка водой) эффективность очистки нефтешлама от углеводородов падает после

Таблица 4

Результаты промывки осадка после обработки ПАВ (нефтешлама Неонол АФ 9-12) при температуре рабочего раствора ПАВ 60 °С

Показатели	Промывная вода: шлам	
	10 : 1	20 : 1
Массовая доля воды, %	28,0	32,5
Массовая доля механических примесей, %	56,9	56,1
Массовая доля нефтепродуктов, %	15,1	11,4
Остаточное количество нефтепродуктов в шламе, %	62,4	47,1
Отмыто нефтепродуктов из шлама, %	37,6	52,9

каждой последующей промывки: первый раз отмывается 60,7 % нефтепродуктов, второй раз — 45,0 %, третий раз — 17,8 %, что свидетельствует о возможности циклического использования ПАВ с технико-экономическим обоснованием количества циклов ПАВ.

На основании проведенных исследований разработано два варианта структурной схемы отмывки нефтешлама (рис. 2). Первый вариант (рис. 2, а) при содержании нефтепродуктов в суспензии на выходе из блоков гидроциклонов БГЦ-1 меньше 6 %. Второй вариант (рис. 2, б) при содержании нефтепродуктов в нефтяной эмульсии на выходе из блоков гидроциклонов больше 6 %.

Таблица 5

Эксперимент с водным раствором ПАВ Аквапетрол ЭКО

Показатели	1-я навеска	2-я навеска	3-я навеска
Массовая доля воды, %	41,6	40,0	36,4
Массовая доля механических примесей, %	52,9	47,6	48,9
Массовая доля нефтепродуктов, %	5,5	12,4	14,7
Остаточное количество нефтепродуктов в шламе, %	22,7	51,2	60,7
Отмыто нефтепродуктов из шлама, % масс.	77,3	48,8	39,3



Технологический процесс основан на механическом воздействии на нефтешлам в виде колебательного движения на виброситах, разрушения и измельчения нефтешлама до однородной массы и реализации способа гидродинамического разрушения стойких нефтесодержащих грунтов, почв, буровых шламов (нефтешламов) в водном растворе соответствующей композиции ПАВ с последующим разделением фаз на очищенную нефть, воду и твердую фазу.

Технологический процесс отмывки нефтешлама происходит в непрерывном режиме и обеспечивает образование трех устойчивых фаз: верхнего слоя нефтепродуктов, слоя водного моющего раствора и нижнего слоя — отмытый грунт и механические примеси, как показано на рис. 1. Отработанный моющий раствор при отстаивании самоочищается и может использоваться многократно. Полученные в результате переработки нефтепродукты являются сырьем и не являются отходами.

Установки (см. рис. 2) состоят из следующих блоков:

- блок подготовки водного раствора ПАВ;
- блок промывки твердых нефтешламов — механических примесей (вибросито ВС-1, фрезерная мельница М-1, фильтры Ф-1);
- блок отмывки механических примесей (отстойник О-1), в том числе:
 - блок гидроциклонов БГЦ-1;
 - блок отделения нефтепродуктов (маслоотделитель МО-1);
 - сепаратор-нефтеотделитель СН-1 (см. рис. 2, б).

Технологическая схема отмывки нефтешлама растворами ПАВ незначительно отличается в блоке отделения нефтепродуктов в зависимости от содержания в эмульсии нефтепродуктов. Из блока гидроциклонов (БГЦ-1) нефтяная эмульсия подается в маслоотделитель (МО-1) (см. рис. 2, а), если содержание нефтепродуктов в нефтяной эмульсии на выходе из блоков гидроциклонов (БГЦ-1) меньше 6 % масс. или в сепаратор — нефтеотделитель (СН-1) (см. рис. 2, б), если содержание нефтепродуктов в нефтяной эмульсии больше 6 % масс.

Для повторного использования водного раствора ПАВ предусмотрена подача его из приемка в емкость приготовления водного раствора ПАВ. Отходами данного процесса являются:

1. Сточная вода с содержанием нефтепродуктов до 5 % масс. и механических примесей до 1 %, направляемая на дальнейшую очистку.

2. Механические примеси с содержанием нефтепродуктов до 10 % масс. и воды до 30 % масс. являются сырьем для установки производства минерального порошка ПУН с использованием негашеной извести.

Таким образом, можно сделать выводы:

- Установлена наиболее эффективная температура моющего раствора ПАВ 60...80 °С.
- Из исследованных ПАВ наиболее эффективно отмывает нефтешлам от углеводородов Аквапетрол ЭКО. При температуре 80 °С отмывается 83,9 % нефтепродуктов.
- С увеличением концентрации ПАВ Аквапетрол ЭКО при промывании осадка 10—20-кратным объемом воды увеличивается степень очистки нефтешлама от углеводородов. При использовании 20 %-ного раствора ПАВ при температуре испытания 60 °С отмывается 77,3 % нефтепродуктов, а при концентрации рабочего раствора ПАВ 10 % и 5 % отмывается соответственно 68,7 % и 56,2 % нефтепродуктов.
- Неонол АФ 9-12 уже при температуре 60 °С отмывает 47,9 % нефтепродуктов. При повышении температуры до 70 °С и 80 °С отмывается 59,9 % нефтепродуктов.
- ИХН-про эффективен при температуре 80 °С. Отмывается 66,5 % нефтепродуктов из нефтешлама.
- Алмико-09 при температуре 80 °С отделяет только 38,4 % нефтепродуктов. При промывке водой не наблюдается четкого разделения границ нефтепродукты — вода — механические примеси.
- Увеличение количества промывной воды от соотношения 10:1 до 20:1 приводит к увеличению отмыва нефтепродуктов из нефтешлама в 1,4 раза.
- На основе выполненных исследований разработана схема установки промывки нефтешлама раствором ПАВ.
- Показаны варианты реализации отмывки различных типов нефтешламов в зависимости от содержания нефтепродуктов в нефтяной эмульсии.

Список литературы

1. Анчугова Е. М., Маркарова М. Ю., Шемелинина Т. Н. Эффективность и экологические аспекты применения растворов поверхностно-активных веществ для разделения фаз механических примесей и нефти из нефтешламов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2009. — Т. 11. — № 1 (2). — С. 202—207.
2. Красногорская Н. Н., Магид А. Б., Трифонова Н. А. Утилизация нефтяных шламов // Нефтегазовое дело. Экология и промышленная безопасность. — 2004. — Т. 2. — С. 217—222.
3. Расветалов В. А., Магид А. Б., Купцов А. В. Использование нефтяных отходов в качестве компонентов котельного топлива // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2003. — № 5. — С. 18—22.
4. Филатов Д. А., Сваровская Л. И. Отмытый нефтешлам композициями ПАВ с последующей биодеструкцией нефти в отработанном растворе // Вода: химия и экология. — 2011. — № 2. — С. 41—46.
5. ГОСТ 2477—65 Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды.

N. N. Krasnogorskaya¹, Professor, e-mail: nk.ufa@mail.ru, I. F. Gladkikh¹, Professor, A. B. Kuptsov², Deputy Director of Department, A. B. Magid², Director, Director of Department, M. A. Magid¹, Master's Degree Student

¹ Ufa State Aviation Technical University

² JSC Institute of petrochemical processing, Ufa

Washing of Oil Sludge with Surface-Active Agent

Results of research of technological conditions and determination of dosage of various surfactants for purification of oil slime, as well as washing of mechanical impurities of oil slime from hydrocarbons were carried out. Studies have determined the temperature (60–80 °C) at which 70–85 % of hydrocarbons are washed out. Increasing the washing water to the oil sludge to 1:20 increases the cleaning efficiency by 1.4 times. Based on the results of the studies, structural technological schemes (two options) and conditions for cleaning oil sludge from hydrocarbons with a content of mechanical impurities of less/more than 6 % have been developed.

Keywords: oil sludge, surfactant, washing, mechanical impurities, oil products, technology, recycling

References

1. Anchugova E. M., Markarov M. Yu., Shchemelinin T. N. Efficiency and environmental aspects of use of solutions of surfactants for separation of phases of mechanical impurities and oil from oil sludge, *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2009. Vol. 11. No. 1 (2). P. 202–207.
2. Krasnogorsk N. N., Magid A. B., Trifonov N. A. Disposal of oil sludge, *Oil and gas case. Ecology and industrial safety*. 2004. Vol. 2. P. 217–222.
3. Rasvetalov V. A., Magid A. B., Merchants A. V. Use of oil waste as components of boiler fuel, *Oil refining and petrochemicals*. 2003. No. 5. P. 18–22.
4. Filatov D. A., Svarovskaya L. I. Washing of oil slam with surfactant compositions followed by biodegradation of oil in spent solution, *Water: chemistry and ecology*. 2011. No. 2. P. 41–46.
5. GOST 2477–65. Oil and oil products. Method for determining water content.

Информация

Продолжается подписка на журнал

"Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2020 г.

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении, через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

Подписной индекс по Объединенному каталогу

"Пресса России" — 79963

Сообщаем, что с 2020 г. возможна подписка на электронную версию нашего журнала.

Подписку на электронную версию журнала можно оформить через

ООО "ИВИС": тел. (495) 777-65-57, 777-65-58;

e-mail: sales@ivis.ru и Агентство "Урал-Пресс" <http://ural-press.ru> (индекс 013312)

Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромынский пер., д. 4,
Издательство "Новые технологии",
редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

Тел.: (499) 269-53-97, (499) 269-55-10. E-mail: bjd@novtex.ru



УДК 502.55:628.192

В. И. Жукалов, ст. преп., e-mail: jukalov@mail.ru, Гомельский филиал
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Гомель, Республика Беларусь

Исследование сорбции дизельного топлива полимерным волокнисто-пористым материалом из полипропилена

Для ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов применяются специальные сорбционные материалы. Представлены результаты исследований сорбционной способности дизельного топлива полимерным волокнисто-пористым материалом из полипропилена, полученным методом пневмоэкструзии. Предложены способы модифицирования волокон с тем, чтобы повысить их эксплуатационные характеристики.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты, пневмоэкструзия, нетканый волокнисто-пористый материал, полипропилен, сорбция, модифицирование, заряд электрета, коронный разряд, кислородная плазма тлеющего разряда, удерживающая способность

Введение

Разлившаяся нефть и нефтепродукты являются одним из наиболее опасных видов техногенных экологических катастроф. Разлив таких веществ разрушает флору и фауну и делает загрязненные районы нежизнеспособными для их обитателей в течение нескольких лет. Полное влияние нефтяного загрязнения на окружающую среду трудно всесторонне оценить, поскольку загрязнение нефтью и нефтепродуктами влияет на многие природные процессы и условия, а условия жизни всех живых организмов значительно различаются.

На территории Беларуси трубопроводы нефти и нефтепродуктов 214 раз пересекают различные водные объекты. Нарушение условий эксплуатации трубопроводов нередко приводит к их разгерметизации, вызывая впоследствии аварийные ситуации различного масштаба. Так, 23 марта 2007 года на нефтепроводе "Унеча—Вентспилс" в Бешенковичском районе Витебской области из-за порыва трубопроводов объем утечки нефти составил более 100 тыс. т. В водную систему мелиоративного канала, а также рек Улла и Западная Двина попало около 80 м³ дизельного топлива, которое загрязнило реку и дошло до территории Латвии. 14 февраля 2008 г. в результате порыва трубопровода "Унеча—Ровно" в Речицком районе Гомельской области также произошел разлив около 70 м³ дизельного топлива [1].

Для борьбы с крупномасштабными разливами нефти и нефтепродуктов применяются различные технологии. Одним из эффективных методов ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов является применение специальных

сорбционных материалов. В настоящее время ведутся активные разработки в области создания новых синтетических сорбентов, в максимальной степени отвечающих комплексному критерию цена/эффективность. Кроме того, разрабатывается оборудование, которое позволяет проводить эффективный сбор нефтепродуктов с водной поверхности и прямо на месте осуществлять отделение воды от нефти.

Объекты и методы исследований

Нетканый волокнисто-пористый материал из полипропилена обладает высокой сорбционной способностью по отношению к нефтепродуктам, что обусловлено физико-химическим сходством полипропилена с углеводородами [2]. Полученные методом пневмоэкструзии полимерные волокнистые материалы обладают уникальным сочетанием свойств, благодаря чему применяются при фильтровании многофазных сред от загрязнений. К настоящему времени достигнут некоторый предел технологических возможностей по обеспечению уровня свойств этих материалов. Поэтому модифицирование волокон с тем, чтобы повысить эксплуатационные характеристики волокнистых фильтров, сорбентов и других технических изделий является актуальной задачей [3].

Известно существование в полимерных пневмоэкструзионных материалах явления электрической поляризации за счет интенсивного термоокисления формирующихся волокон. Обработка последних в физических полях усиливает это явление [4], особенно в окисленном поверхностном слое волокон.

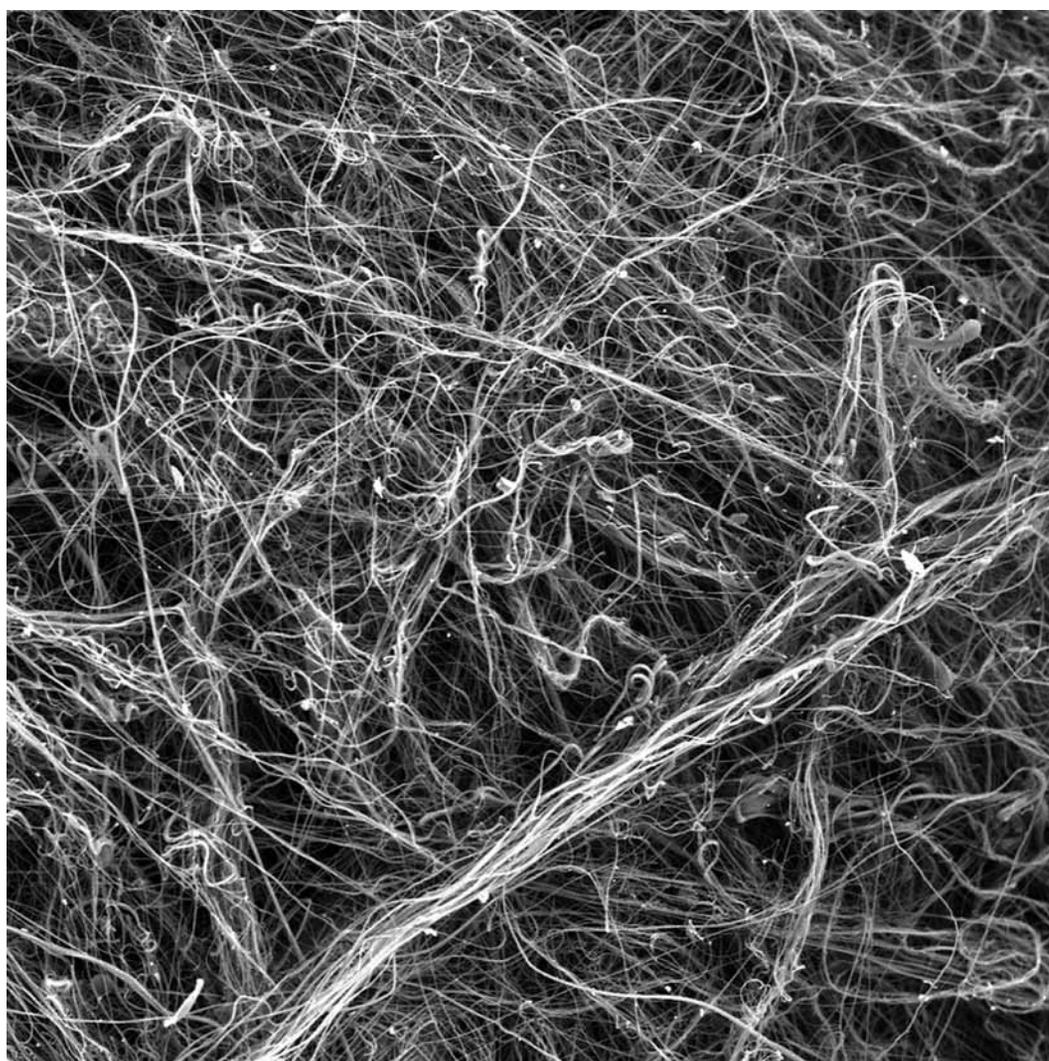
Результаты исследования

Для оценки взаимосвязи поляризационных эффектов в волокнах, получаемых на пневмоэкструзионной установке из гранулированного полипропилена марки Borealis, были изготовлены исходные неполяризованные и поляризованные образцы волокнисто-пористого материала с диаметром волоком 1...5 мкм. Поляризованные образцы материала модифицировали на стадии диспергирования расплава в отрицательном и положительном поле коронного разряда с напряженностью 25 кВ/см. В результате поляризации на волокнах материала формировался заряд электрета

эффективной поверхностной плотностью $\sigma_{эф} = 15...20$ нКл/см². Исходные и модифицированные образцы материала дополнительно обрабатывали в низкотемпературной кислородной плазме тлеющего разряда с частотой 35 кГц.

Изучение поровой структуры волокон образцов материала (рис. 1) проводили методом растровой электронной микроскопии на микроскопе VEGA II LSH Tescan.

Для изучения сорбционной и удерживающей способности волокнисто-пористых материалов образец этого материала размерами 110 × 20 × 15 мм выдерживали в течение 10 мин в емкости с дизельным топливом для заполнения пор образца



SEM HV: 20.00 kV
View field: 1.32 mm
vladk

WD: 8.1215 mm
Det: BSE Detector
Name: 4.tif

500 μm

VEGA II TESCAN
Digital Microscopy Imaging

Рис. 1. Снимок типового образца волокнисто-пористого материала из полипропилена, полученного методом пневмоэкструзии



Рис. 2. Схема испытательного стенда:
 1 — испытуемый образец материала; 2 — штатив; 3 — электронные весы, подключенные к компьютеру; 4 — емкость с дизельным топливом

и удаления пузырьков воздуха. Пропитанный топливом образец (рис. 2) подвешивали на штативе 2, установленном на весах 3, соединенных с компьютером. В качестве сорбируемой жидкости использовалось дизельное топливо марки ДТ-Л-К5.

Массу образца, измеряемую весами, фиксировали с помощью специализированного программного обеспечения и записывали в файл. Далее проводили математическую обработку полученных данных. На основании проведенных экспериментов строились графики зависимости снижения массы образцов от времени (рис. 3 — см. 3-ю стр. обложки).

Как видно из рисунка, лучшей сорбционной и удерживающей способностью к дизельному топливу обладает образец из полимерного волокнисто-пористого материала 1, полученный в поле отрицательного коронного разряда,

а дополнительная обработка в низкотемпературной плазме не влияет на увеличение этих свойств.

Более выражено снижение удерживающей способности во времени (примерно в первые 30 с) образцов 5 и 6, в отличие от образцов 1–4, демонстрирующих плавное снижение массы на всем протяжении эксперимента. Такая зависимость по снижению массы образцов 1–4 может свидетельствовать о влиянии поляризации на удерживающую способность образцов.

Для более детального рассмотрения снижения массы построим графики удерживающей способности образцов в промежуток времени от 1 до 30 с (рис. 4 — см. 3-ю стр. обложки). Время до 1 с измерений не рассматривалось по причине имеющихся погрешностей в измерении при помещении образца на взвешивающее устройство.

Точное значение потери массы шести образцов исходя из опытных данных в процентах приведены в таблице и на рис. 5.

Исходя из данных таблицы и рис. 5 видно, что образцы 1–4 волокнистого материала из полипропилена, полученные в поле отрицательного и положительного коронного разряда, обладают лучшими свойствами по удерживанию в своем объеме дизельного топлива. Также на рис. 5 видно, что образцы 2, 4 и 6, обработанные в кислородной плазме, имеют несколько худшее значение удерживающей способности по сравнению с образцами 1, 3 и 5 соответственно.

Для дальнейшего изучения электретных свойств образцов волокнисто-пористого материала использовался метод электретно-термического анализа с получением спектров термостимулированных токов. Спектры термостимулированных токов (рис. 6) иллюстрируют специфическую картину деполяризации.

В температурном диапазоне до 100 °С токовых пиков, отвечающих высвобождению заряда, не наблюдается. Однако после 100 °С происходит медленный, слегка ступенчатый рост тока отрицательной полярности, который имеет

Потери массы шести образцов исходя из опытных данных

Номер образца	Удерживающая способность в 1-ю с, г/г	Удерживающая способность на 31-й с, г/г	Разница в значениях удерживающей способности, г/г	Потеря массы образцов за 30 с, %
1	24,14	22,76	1,38	5,7
2	23,91	22,07	1,84	7,7
3	20,86	19,64	1,22	5,8
4	21,96	20,47	1,49	6,8
5	16,48	13,35	3,13	19,0
6	17,85	14,06	3,79	21,2

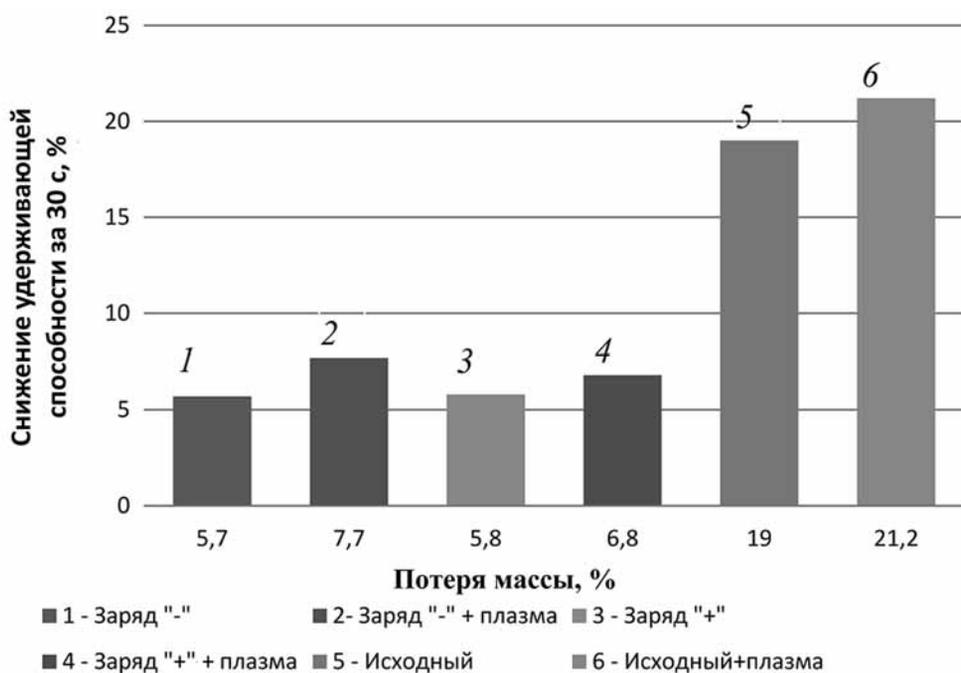


Рис. 5. Потеря массы образцов за 30 с

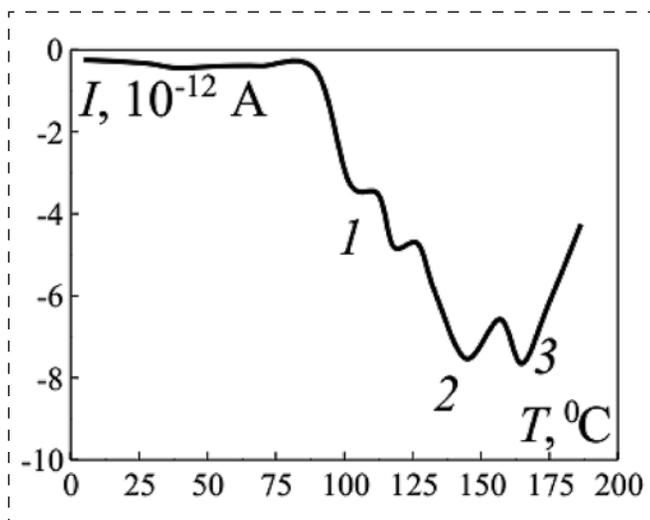


Рис. 6. Области деполяризации (1, 2 и 3) на характерном спектре термостимулированного тока волокон из полипропилена

максимум величиной 5...7 пА около 150 °С, т. е. на 15 °С ниже температуры плавления кристаллической фазы полипропилена, пик которого (близкий по интенсивности) фиксируется при 165 °С. Можно выделить последовательные процессы:

- 1) ступенчатая релаксация зарядов, связанных с окисленными группами поверхностного слоя;
- 2) экстремальное завершение этой релаксации;
- 3) релаксация всех оставшихся зарядов.

Спектры волокон, подвергнутых разным видам модифицирования, демонстрируют отличия в количестве локальных экстремумов процесса 1 и в сравнительной величине пиков 2 и 3 (см. рис. 6). Тем самым модифицирование специфически влияет на перераспределение зарядов в окисленном поверхностном слое волокон. Электретный заряд, существующий в различных формах, будет особым образом реагировать на любые поляризующиеся (диэлектрические) объекты. Это создает предпосылки для формирования в волокнисто-пористом материале многоуровневой фильтрующе-сорбирующей среды.

Заключение

Таким образом, метод модифицирования волокнисто-пористых материалов в поле отрицательного коронного разряда является предпочтительным при изготовлении сорбционных материалов. Выявленные закономерности обрисовывают перспективу повышения эффективности полимерных волокнисто-пористых материалов в качестве сорбентов нефти и нефтепродуктов. Очевидна и практическая значимость применения подобных материалов:

- при решении задач МЧС (сорбция некоторых фракций нефти);
- в инженерной экологии (фильтрация жидкостей от загрязнений диэлектрической природы) [4];



— при мероприятиях по радиационной безопасности (фильтрация воздуха от содержащей радиоактивные частицы ионизированной пыли);

— в пищевой индустрии (очистка растительных масел, являющихся диэлектрическими средами с поляризованными компонентами) [5];

— в медицине и биологии (целевое разделение биологических жидкостей, содержащих диэлектрические и/или электреты компоненты).

Список литературы

1. **Авария трубопровода "Унеча—Ровно"**: в Днепр может вылиться до 400 кубометров топлива. URL: <https://news.tut.by/society/103371.html> (дата доступа: 16.04.2020).

2. **Goldade V., Zhukalov V., Zotov S.** Fibrous sorbents for gathering of oil and petroleum products // *ISJ Theoretical & Applied Science*. — 2018. — No. 06 (62). — P. 139—149.
3. **Бобрышева С. Н., Журов М. М., Жукалов В. И.** Комбинированный сорбент нефти и нефтепродуктов на основе полимерного волокнистого melt-blown материала // *Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого*. — 2017. — № 4. — С. 90—96.
4. **Кравцов А. Г., Марченко С. А., Зотов С. В.** Полимерные волокнистые фильтры для преодоления экологических последствий чрезвычайных ситуаций / под общ. ред. А. Г. Кравцова. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. — 280 с.
5. **Кадолич Ж. В., Зотов С. В.** Иллюстрация возможностей метода электротно-термического анализа при исследовании растительных масел // *Стандартизация*. — 2018. — № 4. — С. 61—68.

V. I. Zhukalov, Senior Lecturer, e-mail: jukalov@mail.ru, Gomel branch of the University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Gomel

Study of Sorption of Diesel Fuel by a Polymeric Fibrous-Porous Polypropylene Material

The results of studies of the sorption capacity of diesel fuel by a polymeric fiber-porous polypropylene material obtained by pneumatic extrusion are presented. Methods are proposed for modifying fibers in order to increase their operational characteristics.

Keywords: oil and oil products, pneumatic extrusion, non-woven fibrous-porous material, polypropylene, sorption, modification, electret charge, corona discharge, glow plasma oxygen plasma retention capacity

References

1. **Unecha—Rivne** pipeline accident: up to 400 cubic meters of fuel can pour into the Dnieper. URL: <https://news.tut.by/society/103371.html> (date of access 16.04.2020).
2. **Goldade V., Zhukalov V., Zotov S.** Fibrous sorbents for gathering of oil and petroleum products. *ISJ Theoretical & Applied Science*. 2018. No. 06 (62). P. 139—149.
3. **Bobrysheva S. N., Zhukalov V. I., Zhurov M. M.** Combined sorbent of oil and petroleum products on the base of polymer

- fibrous melt blown material. *Herald of Gomel State Technical University*. 2017. No 4. P. 90—96.
4. **Kravtsov A. G., Marchenko S. A., Zotov S. V.** Polymer fibrous filters for overcoming aftermath of junctures. Ed. A.G. Kravtsov. Gomel: P. O. Sukhoi Gomel State Technical University, 2008. 280 p.
5. **Kadolic Zh. V., Zotov S. V.** Illustration of the possibilities of the method of electret-thermal analysis in the study of vegetable oils. *Standardization*. 2018. No. 4. P. 61—68.

УДК 331.45

Е. И. Гаврикова, канд. биол. наук, вед. инж., e-mail: GavrE08@yandex.ru,
Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина

Использование цеолитов в биофильтрах для очистки воздуха

Статья посвящена проблеме организации оптимального микроклимата животноводческих помещений и очистки вентиляционных выбросов. Отмечено, что вред окружающей среде наносят пыль, микроорганизмы, газообразные вредные вещества, входящие в состав вентиляционных выбросов. В соответствии с этим проведен анализ работы и выявлены недостатки известных устройств для очистки воздуха. Предложен биофильтр упрощенной конструкции, в котором питательный раствор содержит фосфатный буфер, а в качестве носителей используется цеолит, являющийся хорошим сорбентом для многих органических и неорганических веществ. В биофильтре происходит разложение аммиака, сероводорода, метилмеркаптана и других сероорганических соединений под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами в воздушной среде. Описано устройство биологической очистки, используемое преимущественно для очистки воздуха от пыли, загрязняющих органических соединений, болезнетворных микроорганизмов, запахов и может быть использовано в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: временная нетрудоспособность, неблагоприятные производственные факторы, загрязненный воздух, органические соединения, микроорганизмы, запах, пыль, биологический фильтр, цеолиты, агропромышленный комплекс

Введение

Индустриальные методы ведения животноводства сопровождаются высокой концентрацией и плотностью размещения сельскохозяйственных животных и птиц, продукты жизнедеятельности которых наносят вред окружающей среде [1]. В состав вентиляционных выбросов, являющихся самой существенной частью загрязнений от животноводческих предприятий, входят пыль, микроорганизмы, газообразные вредные вещества. Например, через вытяжную систему вентиляции комплекса на 10 000 телят в зимнее время удаляется около ста миллиардов микроорганизмов, 6 кг пыли, 20 кг аммиака [2].

Кроме того, при промышленном содержании животных используется значительное число лекарственных препаратов и средств для дезинфекции, также загрязняющих окружающую среду. Таким образом, интенсивные технологии содержания сельскохозяйственных животных являются прямой угрозой для экологии, что неоднократно было отмечено в отчетах отдела ООН по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) [3].

Снижение качества окружающей нас экосистемы обусловлено поступлением в воздушную и водную среду, а также почву, большого количества вредных веществ, связанного с ростом производства и интенсификацией сельского хозяйства. Миграция токсинов становится причиной

глобальных экологических проблем, следствием которых является ухудшение качества продуктов питания и загрязнение кормов, предназначенных для сельскохозяйственных животных, что в свою очередь приводит к проблемам при производстве органически безопасной продукции животноводства и растениеводства.

Инженерные методы решения задач, связанные со снижением негативного воздействия на окружающую среду, позволяют добиться значительных результатов при обеспечении экологической безопасности [4]. Несмотря на большое количество работ, посвященных вопросам организации оптимального микроклимата животноводческих помещений и очистки вентиляционных выбросов, эта проблема не решена окончательно. Один из наиболее доступных и эффективных (40...95 %) способов очистки воздуха — механический. Его принцип действия основан на фильтрации загрязненного воздуха через пористые материалы. Сорбция микроорганизмов зависит от поверхности адсорбента, в частности от удельной поверхности и ее текстуры: пористости и наличия неровностей.

Достаточно высокой эффективностью (до 85 % примесей задерживаются фильтром) обладают фильтрующие элементы, выполненные на основе пористых углеродных адсорбентов. Однако в связи с быстрым (от нескольких месяцев до полугода) окислением активированного



угля эффективность работы фильтра значительно снижается, кроме того, возрастает его пожароопасность [5].

Для удаления нежелательных веществ из воздуха широкое применение получили молекулярные сита, состоящие из синтетических или природных цеолитов, например, таких как алюмосиликаты, общей формулой $(Me_{2/n}O)Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot pH_2O$, где Me может быть представлен ионом щелочного металла Na, K ($n = 1$) или ионом щелочноземельного металла Ba, Sr, Mg ($n = 2$).

Функционирование молекулярного сита в качестве адсорбента позволяет отделить молекулы или ионы вредных примесей газообразной среды, при этом оказывая влияние на процесс адсорбции энергетическим характером и площадью своей поверхности. Внутренняя поверхность молекулярных сит непрерывно покрывается адсорбированными молекулами до наступления насыщения, после чего дальнейшая адсорбция невозможна. Полости сита накапливают отфильтровываемые молекулы до тех пор, пока недостаточное статическое притяжение адсорбента больше не сможет втягивать остальные заряженные частицы на свободное место, причем вирусы, как частицы с сильной полярностью, вытесняют молекулы со слабыми химическими связями [6].

Объекты и методы исследований

Рассматриваемый объект исследования — откормочный цех свиноводческого предприятия ЗАО "Орелсельпром" Мценского района Орловской области. В целях выявления эффективности работы предложенной конструкции биофильтра измеряли в воздушных выбросах концентрацию аммиака и сероводорода — универсальным газоанализатором УГ-2, микробную обсемененность и пыль (весовым методом) — аспиратором ПУ-1Б и фильтром АФА-10.

Для определения общей микробной обсемененности производили посев на мясопептонный агар. Засеянные среды помещали в термостат при $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ на 24 ч, затем выдерживали при комнатной температуре в течение 24 ч, после чего производили подсчет колоний бактерий и рассчитывали количество колониеобразующих единиц (КОЕ), содержащихся в 1 м^3 воздуха.

Результаты исследования

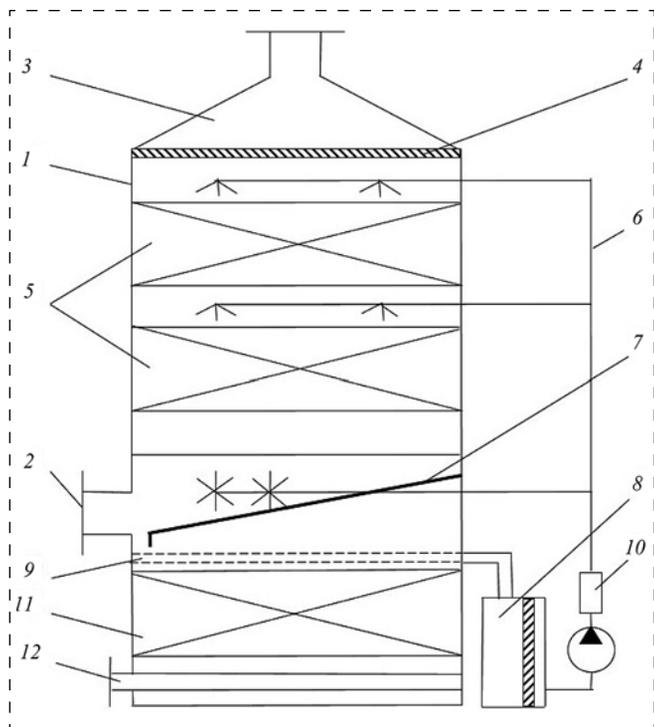
При очищении и дезодорации газообразных и аэрозольных выбросов пользуются следующими

физическими и химическими способами: конденсацией при охлаждении, сжиганием (термическим и каталитическим), озонированием, адсорбцией и абсорбцией. Однако обработка отходящих газов малых объемов с небольшими концентрациями загрязняющих веществ этими способами экономически не выгодна и энергозатратна. В случае выбросов значительных концентраций поверхность катализаторов быстро теряет свои активные свойства. Полноценная дезодорация воздуха с помощью процесса адсорбции проблематична в связи с тем, что адсорбирующие вещества обладают определенной селективностью. Вместе с тем основной проблемой при использовании указанных процессов являются их отходы, способные дополнительно загрязнять окружающую среду.

Микробиологическая утилизация органических веществ, загрязняющих атмосферу, является экономичным и относительно простым процессом, не наносящим вред окружающей среде. Различные штаммы микроорганизмов избирательно разлагают вредные и пахучие соединения, чаще всего до воды и диоксида углерода, стабильно и эффективно дезодорируя воздух. При биофильтрации загрязненный воздух пропускается через ярусы микроорганизмов, культивированных на пористом носителе, при этом нельзя допускать отрицательного влияния продуктов разложения микроорганизмов на изменение степени кислотности среды или другие показатели биологического процесса. Для обеспечения оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов необходимо выдерживать определенные температурные границы, а фильтрующий слой инертного наполнителя должен обладать высокой пористостью и невысоким гидравлическим сопротивлением [7, 8].

Например, разработана конструкция биофильтра, который относится к устройствам дезодорации и очистки воздуха от органических и неорганических загрязняющих соединений. Однако известное устройство [9] недостаточно эффективно очищает воздух от токсичных веществ, снабжено сложной технической системой контроля pH питательного раствора, кроме того, его затруднительно использовать при пониженных температурах.

Предлагаемый биофильтр [10] (см. рисунок) содержит цилиндрический корпус 1 с патрубком 2 ввода очищаемого воздуха и патрубком 3 вывода очищаемого воздуха, который расположен в крышке биофильтра. Внутри корпуса ярусами размещены органические пористые носители 5,



Биофильтр:

1 — цилиндрический корпус биофильтра; 2 — патрубок ввода очищаемого воздуха; 3 — крышка биофильтра с патрубком вывода очищаемого воздуха; 4 — каплеуловитель; 5 — органический пористый носитель микроорганизмов; 6 — оросители микроорганизмов; 7 — отбойный щит с патрубком для слива; 8 — накопительный резервуар с перфорированной вертикальной перегородкой; 9 — резервуар с питательным раствором; 10 — нагреватель питательного раствора; 11 — дополнительный органический пористый носитель микроорганизмов; 12 — трубопроводы сжатого воздуха

на которые был произведен посев культур микроорганизмов, равномерно увлажняемых подогреваемым питательным раствором с помощью оросителей 6 и нагревателя 10.

В качестве органического пористого носителя 5 микроорганизмов в биофильтре применяется цеолит, который необходим не только для роста микроорганизмов, но также выступает в роли сорбента для многих органических и неорганических

Таблица 1

Состав питательного раствора

Ингредиент	Концентрация, г/л
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,5
K ₂ HPO ₄	0,2
KH ₂ PO ₄	0,5
CaCl ₂	0,1
MgSO ₄	0,1
NaHCO ₃	5
Гемин	0,001

соединений. Кроме того, занимаемый цеолитами объем значительно меньше по сравнению с объемами других известных носителей.

Продукты метаболизма микроорганизмов, благодаря предлагаемому составу питательного раствора (табл. 1) с фосфатным буфером, не изменяют pH среды. Таким образом отпадает необходимость контролировать кислотность питательного раствора, что технически упрощает конструкцию биофильтра.

Имеющийся в составе питательного раствора ингредиент гемин (феррипротопорфирин IX) — это биологический катализатор окислительно-восстановительных процессов, обладающий высокой активностью и селективностью [11]. При культивировании бактерий гемин может быть использован также в качестве источника азота [12].

Подбор компонентов питательного раствора в указанном составе и дозировке создает среду, оптимальную для обеспечения максимального выхода биомассы — колонии микроорганизмов становятся крупнее и увеличивается скорость их роста.

Работа биофильтра осуществляется следующим образом. Загрязненный примесями животноводческого помещения воздух через патрубок 2 ввода очищаемого воздуха подается в рабочую зону цилиндрического корпуса 1 биофильтра, где происходит его увлажнение питательным раствором, который распыляется и стекает по отбойному щиту 7 через патрубок для слива в резервуар 9 с питательным раствором. Затем воздух последовательно проходит орошаемые питательным раствором ярусы 5 цеолитов — носителей микроорганизмов, на поверхности которых происходят процессы тепломассообмена и биодеструкции органических веществ.

Из рабочей зоны очищенный воздух через каплеуловитель 4 поступает в патрубок вывода очищаемого воздуха крышки 3 биофильтра, после чего сбрасывается в атмосферу.

Биомасса, культивированная на дополнительном ярусе 11 носителей — цеолитов микроорганизмов в резервуаре 9 с питательным раствором, в котором растворяется часть органических веществ, предназначена для биодеструкции этих веществ. Сжатый воздух, подаваемый через трубопроводы 12, служит для ускорения процесса биодеструкции.

Питательный раствор, из которого удалена органика, попадает через трубы в накопительный резервуар 8 с перфорированной вертикальной



Таблица 2

Состав воздушных выбросов откормочного цеха

№	Показатель	Без использования биофильтра	С использованием биофильтра
1	Аммиак, мг/м ³	11	5
2	Сероводород, мг/м ³	3	1
3	Пыль, мг/м ³	12	7
4	Микробная обсемененность, тыс. КОЕ/м ³	56	29

перегородкой, служащей для фильтрации крупных агломератов биомассы. После чего питательный раствор с помощью нагревателя 10 доводится до температуры $28 \pm 0,5$ °С, которая оптимальна для процессов жизнедеятельности микроорганизмов, и с помощью насоса поступает в оросители 6.

В результате использования предложенной конструкции биофильтра отмечалось снижение общей микробной обсемененности и концентрации вредных газов в воздушных выбросах (табл. 2).

По результатам проведенных исследований степень осаждения пыли и микроорганизмов на цеолите составляет 41,67 и 48,21 % соответственно. Очистка от аммиака составляет 54,5 %, сероводорода — 66,7 %.

Заключение

Выбросы животноводческих предприятий могут одновременно содержать большое количество газообразных составляющих различного происхождения, что приводит к определенным сложностям при любых технологиях сорбции загрязнений. Структурные и химические превращения являются нерентабельными ввиду малого числа примесей газовой среды, в данном случае воздуха. Использование микроорганизмов, способных перерабатывать газовые примеси в процессе своей биохимической деятельности, является оптимальным путем ликвидации загрязнений.

Экологически обоснованы и подтверждены на практике микробиологические методы, направленные на утилизацию загрязнений воздушной среды органическими соединениями. Предложенные в качестве органического пористого носителя микроорганизмов природные цеолиты представляют собой широко доступный адсорбент для использования в роли фильтрующего элемента в промышленных фильтрах благодаря практически повсеместному расположению в природе,

открытому способу добычи. Нагреватель питательного раствора позволяет сохранить эффективность работы биофильтра в холодное время года. Питательный раствор, приготовленный предложенным способом, является оптимальным по составу и создает благоприятные условия для выхода биомассы наибольшей продуктивности, обладающей максимальной ферментативной активностью.

Список литературы

1. Смирнов А. М., Дорожкин В. И., Гуленкова Н. К. Достижения в области ветеринарно-санитарной науки // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2015. — № 3 (15). — С. 6—10.
2. Тюрин В. Г., Мысова Г. А., Потемкина Н. Н., Камалов Р. А. Основные направления природоохранных мероприятий в животноводстве // Вестник РГАЗУ. — 2008. — № 5(10). — С. 132—134.
3. Иванников Н. С. Особенности деятельности ФАО в геополитических условиях современности // Управленческое консультирование. — 2019. — № 2 (122). — С. 89—95.
4. Земсков В. И., Харченко Г. М. Свойства фильтрующих перегородок из природного цеолита // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — № 4. — 148 с.
5. Патент РФ № 2472569, МПК⁷ B01D 35/00 Фильтр-пылегазоуловитель частиц и аэрозолей / Копытов Ю. Ф., Булаев Н. А., Симаненков С. И.; заявитель и патентообладатель: ОАО "Корпорация "Росхимзащита". — № 2011105490; заявл. 14.02.2011; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
6. Семенова О. П. Применение фильтра очистки биогаза с природным цеолитом для повышения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве: дис. ... канд. техн. наук. — Якутск, 2018. — 133 с.
7. Кухаренко А. А., Винокуров В. А., Богатырев А. Н., Короткий В. М., Дадашев М. Н. Биотехнология на службе агропромышленного комплекса // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. — 2009. — № 3. — С. 77—81.
8. Митин А. К., Николайкина Н. Е., Загустина Н. А. Моделирование процесса биологической очистки газа // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2016. — Т. 22, № 1. — С. 84—93.
9. Патент РФ № 36263, МПК⁷ B01D 53/00. Биофильтр для очистки воздуха от органических загрязняющих веществ / Семин А. Г., Калгатин В. Г., Мещеряков А. В.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие "Сфера". — № 2003135057; заявл. 08.12.03; опубл. 10.03.2004, Бюл. № 7.
10. Патент РФ № 143174, МПК⁷ C12M 1/00, B01D 53/00. Биофильтр для очистки воздуха / Гаврикова Е. И., Лактионов К. С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Орел ГАУ. — № 2014100356; заявл. 09.01.14; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20.
11. Воробьева Е. В. Физико-химические и каталитические свойства гемина в водно-мицеллярных растворах: дис. ... канд. хим. наук. — Москва, 1985. — 115 с.
12. Данилова Т. Е., Упхоева О. Г. Влияние гемсодержащих компонентов питательных сред на продуктивность клеток *R. Freudenreichii* в отношении корриноидов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. — 2008. — № 3 (12). — С. 25—29.

E. I. Gavrikova, Leading Engineer, e-mail: GavrE08@yandex.ru,
Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin

Zeolites Usage in Biofilters for Water Ceaning

The article is devoted to the problem of organization of optimal microclimate of livestock buildings and ventilation emissions cleaning. Environmental damage is caused by dust, microorganisms, gaseous harmful substances, incorporated into ventilation emissions. Within this framework, the work analysis is done and the disadvantages of known air cleaning devices are detected. We suggested a biofilter of simplified construction where nutrient solution contains phosphate buffer, and as carriers zeolite is used. Zeolites are good sorbents for many organic and nonorganic substances. In biofilter the decomposition of ammonia, hydrogen sulfide, methanethiol and other organic sulphur compounds under the influence of enzymes produced by microorganisms in air medium takes place. The suggested construction belongs to the biological cleaning equipment, mainly for cleaning air from dust, contaminating organic compounds, pathogens, scents and can be used in agro industrial complex.

Keywords: temporal, adverse production factors, contaminated air, organic compounds, microorganisms, scent, dust, biological filter, zeolites, agro industrial complex

References

1. **Smirnov A. M., Dorozhkin V. I., Gunenkova N. K.** Dostizheniya v oblasti veterinarno-sanitarnoy nauki, *Rossijskij zhurnal "Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii"*. 2015. No. 3 (15). P. 6—10.
2. **Tyurin V. G., Mysova G. A., Potemkina N. N., Kamalov R. A.** Osnovnye napravleniya prirodoohrannykh meropriyatij v zhivotnovodstve, *Vestnik RGAZU*. 2008. N 5(10). P. 132—134.
3. **Ivannikov N. S.** Osobennosti deyatelnosti FAO v geopoliticheskikh usloviyah sovremennosti, *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*. 2019. No. 2 (122). P. 89—95.
4. **Zemskov V. I., Harchenko G. M.** Svoystva fil'truyushchih peregorodok iz prirodnogo ceolita, *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. No. 4. 148 p.
5. **Patent RF N 2472569, MPK7 B01D 35/00** Fil'tr-pylegazonulovitel' chastic i aerolej / Kopytov Yu. F., Bulaev N. A., Simanenkov S. I.; zayavitel' i patentoobladatel': OAO "Korporaciya "Roskhimzashchita". — N 2011105490; zayavl. 14.02.2011; opubl. 20.01.2013, Byul. N 2.
6. **Semenova O. P.** Primenenie fil'tra ochestki biogaza s prirodnym ceolitom dlya povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti v sel'skohozyajstvennom proizvodstve, Dis. ... kand. tekhn. nauk. Yakutsk, 2018. 133 p.
7. **Kuharenko A. A., Vinokurov V. A., Bogatyrev A. N., Korotkij V. M., Dadashev M. N.** Biotekhnologiya na sluzhbe agropromyshlennogo kompleksa, *Oboronnyj kompleks — nauchno-tehnicheskomu progressu Rossii*. 2009. No. 3. P. 77—81.
8. **Mitin A. K., Nikolajkina N. E., Zagustina N. A.** Modelirovanie processa biologicheskoy ochestki gaza, *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2016. Vol. 22. No. 1. P. 84—93.
9. **Patent RF N 36263, MPK7 B01D 53/00.** Biofil'tr dlya ochestki vozduha ot organicheskikh zagryaznyayushchih veshchestv / Semin A. G., Kalgatin V. G., Meshcheryakov A. V.; zayavitel' i patentoobladatel': Obschestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie "Sfera". — N 2003135057; zayavl. 08.12.03; opubl. 10.03.2004, Byul. No. 7.
10. **Patent RF No. 143174, MPK7 C12M 1/00, B01D 53/00.** Biofil'tr dlya ochestki vozduha: / Gavrikova E. I., Laktionov K. S.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO Orel GAU. — No. 2014100356; zayavl. 09.01.14; opubl. 20.07.2014, Byul. N 20.
11. **Vorob'eva E. V.** Fiziko-himicheskie i kataliticheskie svoystva gemina v vodno-micellyarnyh rastvorah, Dis. ... kand. him. nauk. Moscow, 1985. 115 p.
12. **Danilova T. E., Uphoeva O. G.** Vliyanie gemsoderzhashchih komponentov pitatel'nyh sred na produktivnost' kletok P. Freudenreichii v otnoshenii korrinoidov, *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova*. 2008. No. 3 (12). P. 25—29.

УДК 614.847.9

И. Ю. Пармонов, канд. техн. наук, начальник отдела,
М. Н. Квасов, канд. техн. наук, мл. науч. сотр. — бортовой оператор,
e-mail: kvasov_mn@mail.ru, **С. А. Шайтор**, начальник лаборатории — старший
бортовой оператор, Военный институт (научно-исследовательский)
Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург

Методика планирования поисково-спасательных работ с использованием средств радиомониторинга воздушного базирования

Представлена методика планирования поисково-спасательных работ на обширных территориях, в труднодоступных районах, а также в условиях ограниченной видимости с использованием средств радиомониторинга воздушного базирования. Целью разработки данной методики является рациональное планирование поисково-спасательных работ с учетом имеющихся воздушных судов, средств радиомониторинга и площади района поиска, а также таких эксплуатационных ограничений воздушных судов, как радиус действия, грузоподъемность, продолжительность и дальность горизонтального участка полета. При оценке скорости поиска источника радиоизлучения учтены основные характеристики оборудования радиомониторинга.

Отмечено, что данная методика применима при планировании поисково-спасательных работ с использованием как пилотируемых, так и беспилотных летательных аппаратов. В работе представлены оценки времени первичного обнаружения источников радиоизлучения в районе поиска с учетом предъявляемых требований к разрешающей способности.

Определен ключевой критерий при выборе параметров полета воздушного судна — максимизация вероятности обнаружения источников радиоизлучения за счет обеспечения требуемой разрешающей способности и оптимальной дальности полета.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, поисково-спасательные работы, радиомониторинг

Введение

При проведении поисково-спасательных работ применяются технические средства как наземного, так и воздушного базирования. Эти средства могут использоваться самостоятельно или комплексно. В состав комплекса средств поиска могут входить радиолокационные, оптико-электронные и радиотехнические средства. Важным источником данных о местоположении пострадавших людей являются источники радиоизлучений (ИРИ) (мобильные телефоны, радиостанции и радиомаяки), поиск которых может проводиться средствами как наземного, так и воздушного базирования.

При проведении поисково-спасательных работ на обширных территориях, в труднодоступных районах, а также в условиях ограниченной видимости наиболее эффективными являются средства воздушного радиомониторинга. Для определения

района с наиболее вероятным местонахождением объекта поиска можно воспользоваться методикой планирования поисково-спасательных работ в природной среде [1].

При проведении радиомониторинга района поиска пострадавших могут быть доступны данные о наличии у них источников радиоизлучения, но данные о местоположении и режимах их работы могут отсутствовать. Поэтому при проведении поисково-спасательных работ целью воздушного радиомониторинга является получение данных о местоположении и режимах работы всех ИРИ в районе поиска, установление их типа и передача полученных данных в поисково-спасательный центр.

При поиске источников радиоизлучения осуществляются сбор и анализ оперативных и технических данных ИРИ: технические характеристики, количество в районе поиска, характеристики подвижности и др.

Для обнаружения источников радиоизлучения необходимо, чтобы оборудование радиомониторинга, размещаемое на борту воздушного судна, находилось в пределах зоны радиовидимости ИРИ, которые могут находиться у пострадавших, т. е. необходимо обеспечить электромагнитную доступность ИРИ.

Описание методики планирования поисково-спасательных работ с использованием средств радиомониторинга

При планировании аэросъемочных работ по поиску источников радиоизлучения необходимо учитывать вероятность их работы на излучение в течение времени нахождения воздушного судна в зоне радиовидимости ИРИ [2].

Вероятность появления сигнала ИРИ в момент времени t на входе приемника может быть определена выражением:

$$P_0 = \frac{t_1}{t_1 + t_2}, \quad (1)$$

где t_1 — время работы ИРИ на излучение; t_2 — время нахождения ИРИ в выключенном состоянии; $t_1 + t_2 = t$ — время наблюдения за ИРИ с воздушного судна.

Вероятность приема сигнала при непрерывном наблюдении в течение времени t определяется выражением:

$$P_1 = \int_0^t \gamma dt, \quad (2)$$

где γ — параметр, зависящий от характеристик передатчика ИРИ, приемника оборудования радиомониторинга, алгоритмов обработки сигналов, характеристик полета воздушного судна, условий распространения радиосигналов.

Из выражений (1) и (2) можно получить вероятность обнаружения ИРИ:

$$P_{об} = \frac{t_1}{t_1 + t_2} (1 - e^{-\gamma t}). \quad (3)$$

Выражение (3) получено при условии обеспечения энергетической доступности ИРИ в течение времени наблюдения t .

Размер области поиска определяется скоростью, высотой полета воздушного судна и характеристиками диаграммы направленности приемной антенны (рис. 1).

Скорость поиска ИРИ в зависимости от скорости, высоты полета воздушного судна

и характеристик диаграммы направленности приемной антенны определяется выражением:

$$\frac{dS}{dt} = 2vh \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}, \quad (4)$$

где S — площадь захвата антенной.

Размер зоны поиска при постоянных скорости и высоте полета воздушного судна увеличивается с увеличением угла обзора θ .

Однако при увеличении угла обзора θ уменьшаются географическая разрешающая способность, вероятность правильного приема за счет уменьшения отношения сигнал/шум.

Размер зоны неопределенности географического положения ИРИ определяется характеристиками диаграммы направленности приемной антенны:

$$S = kh^2 \left(\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right)^2, \quad (5)$$

где k — коэффициент, учитывающий форму диаграммы направленности приемной антенны; $k = \pi$ для диаграммы направленности, имеющей в сечении форму круга; $k = 4$ для диаграммы направленности, имеющей в сечении форму квадрата.

Вероятность обнаружения сигнала от неподвижного ИРИ определяется выражением:

$$P_1 = \frac{t_1}{t_1 + t_2} (1 - e^{-n}) \left(\frac{n}{S_1} \int_0^{t_f} 2vh \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dt_f \right), \quad (6)$$

где $n = f(t_f)$ — число пролетов; t_f — общее время полета.

При поиске ИРИ в районе площадью S размером $a \times b$, с использованием антенны с шириной

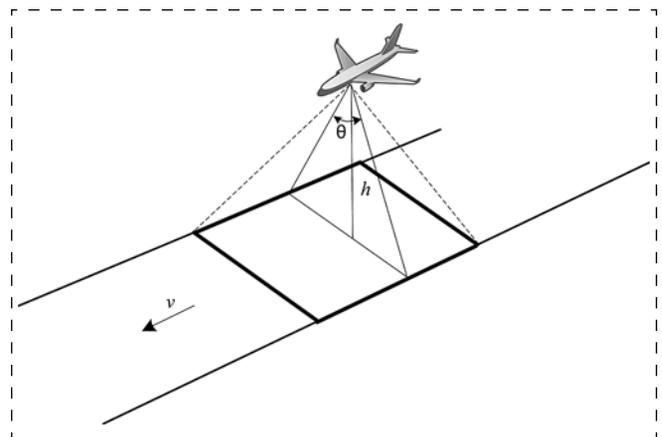


Рис. 1. Основные характеристики, определяющие размер области поиска:

v — скорость полета воздушного судна; h — высота полета воздушного судна; θ — ширина диаграммы направленности приемной антенны (угол обзора)



диаграммы направленности a_1 и обеспечением перекрытия 50 % между полетами, разрешающая способность S_{\min} после n пролетов будет определяться выражением:

$$S_{\min} = \frac{a_1^2}{2^{n-1}}. \quad (7)$$

С учетом выражения (7) необходимое число пролетов определяется следующим образом:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{a_1^2}{S_{\min}}\right)}{\ln 2} + 1. \quad (8)$$

Общая протяженность всего маршрута полета для достижения заданной разрешающей способности определяется выражением:

$$L_1 = a_1(n - 1). \quad (9)$$

Протяженность маршрута первичного обнаружения сигнала от ИРИ определяется выражением:

$$L = \frac{S}{a_1}. \quad (10)$$

Общая длина маршрута составит:

$$L_{\Sigma} = L + L_1 = \frac{S}{a_1} + a_1 \left(\frac{\ln\left(\frac{a_1^2}{S_{\min}}\right)}{\ln 2} \right). \quad (11)$$

С увеличением ширины диаграммы направленности протяженность маршрута первичного обнаружения сигнала от ИРИ L уменьшается, но для обеспечения требуемой разрешающей способности потребуется большее число пролетов воздушного судна.

Значение минимальной протяженности маршрута $L_{\Sigma \min}$ можно получить по формуле:

$$L_{\Sigma \min} = 1,45a_1 \left(\ln\left(\frac{a_1^2}{S_{\min}}\right) + 2 \right) + a_1 \frac{\ln\left(\frac{a_1^2}{S_{\min}}\right)}{\ln 2}. \quad (12)$$

Используя указанные зависимости с учетом зоны поиска, требуемой разрешающей способности можно определить необходимые значения параметров полета воздушного судна (высоту, скорость) и характеристик диаграммы направленности приемной антенны (рис. 2) [3].

Высота полета, необходимая для получения следа диаграммы направленности на земле,

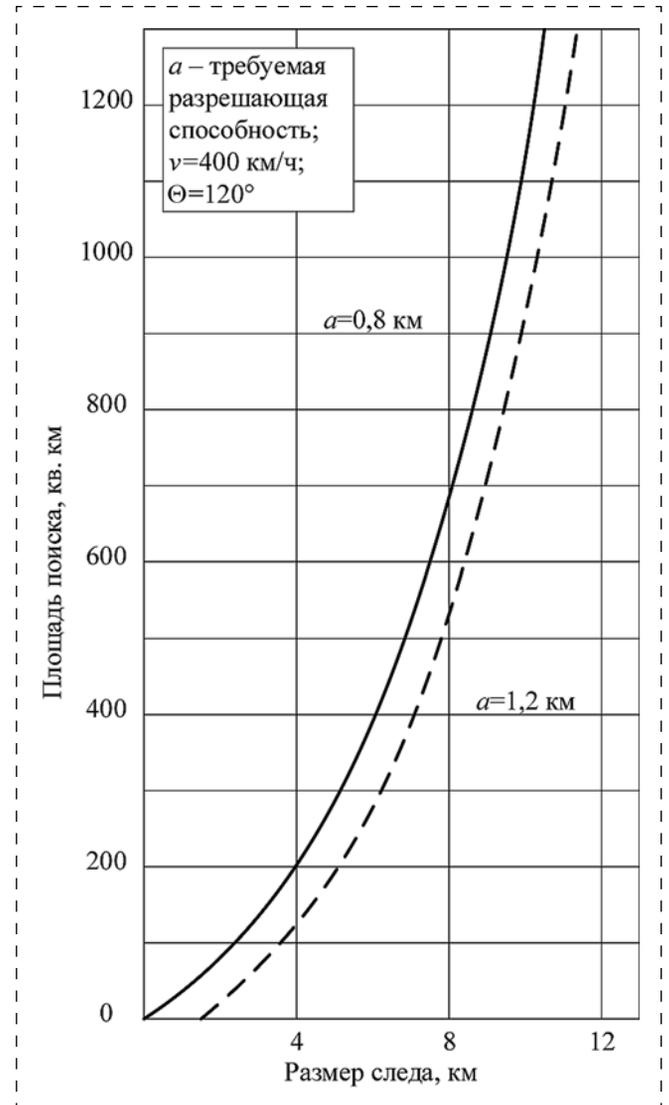


Рис. 2. Размер следа диаграммы направленности на земле как функция от площади просматриваемого района

равного a_1 по каждой из сторон при заданном угле обзора антенны, определяется выражением

$$h = \frac{a_1}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}. \quad (13)$$

Зная скорость и высоту полета воздушного судна, а также требуемую разрешающую способность, можно получить оценки времени поиска ИРИ в заданном районе. Если задачей является лишь обнаружение в заданном районе источника ИРИ без предъявления требований к разрешающей способности, то время, необходимое для решения данной задачи, будет зависеть от скорости поиска, которое можно получить из выражения (4). Результаты расчетов на основе данных

Зависимость времени поиска ИРИ в заданном районе от скорости и высоты полета воздушного судна

Тип воздушного судна	Рекомендуемая высота, м	Рекомендуемая скорость, км/ч	Требуемая разрешающая способность, км	Угол обзора, град	Площадь района поиска, кв. км	Время поиска ИРИ в заданном районе, мин
МИ-8МТ	1000	225	3/—	120	1500	134,2/123,1
КА-27ПС	800	220				166/157,5
АН-12БП	8000	550				60,3/6,3
АН-72ПС	6000	550				47,3/8,4
АН-24ПРТ	6000	450				57,8/10,3
АН-2	2000	180				109,3/77
Орлан-10	1500	120				188,1/154
ТБ-29В	1000	100				302/277,1

"РПАСОП ГА-91" [4] приведены в таблице, где через дробь указано время поиска ИРИ с требуемой разрешающей способностью 3 км и без предъявления таких требований.

При планировании поисково-спасательных работ необходимо учитывать ограничения, связанные с применяемым воздушным судном. Дальность и продолжительность полета зависят от часового и километрового расходов топлива, которые определяются соотношением высоты и скорости полета, температурой, относительной массой топлива, скоростью и направлением ветра и т. д. [5].

Продолжительность полета воздушного судна на горизонтальном участке определяется выражением:

$$t_{\Gamma} = \frac{m_{\Gamma.Г.}}{C_{\text{ч}}} = \frac{Km_{\Gamma.Г.}}{C_{\text{уд}}gm_{\text{ср}}}, \quad (14)$$

где $m_{\Gamma.Г.}$ — масса топлива, которое можно израсходовать на участке горизонтального полета; $m_{\text{ср}}$ — средняя масса самолета на этом участке; $C_{\text{ч}}$ — часовой расход топлива; $C_{\text{уд}}$ — удельный расход топлива; K — аэродинамическое качество воздушного судна, которое определяет дальность и продолжительность полета, потолок, дальность планирования и т. д.

Дальность на горизонтальном участке полета (без учета ветра) определяется выражением:

$$L_{\Gamma} = \frac{m_{\Gamma.Г.}}{C_{\text{к}}} = \frac{Kvm_{\Gamma.Г.}}{C_{\text{уд}}gm_{\text{ср}}}, \quad (15)$$

где $C_{\text{к}}$ — километровый расход топлива.

К ограничениям относятся грузоподъемность воздушного судна и возможность установки

конкретного типа радиоэлектронного оборудования на борту. Особую роль это играет при планировании поисково-спасательных работ с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Заключение

При планировании поисково-спасательных работ с использованием воздушного судна необходимо учитывать тот факт, что ключевым критерием при выборе высоты полета должна являться максимизация вероятности обнаружения ИРИ за счет обеспечения требуемой разрешающей способности и оптимальной дальности полета.

Список литературы

1. **Топольский М. Г., Береснев Д. С., Рыженко А. А., Мокшанцев А. В.** Методика планирования поисково-спасательных работ в природной среде // Технологии техносферной безопасности. — 2016. — Вып. № 3 (67). — С. 165—169. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения 15.04.2020).
2. **Рембовский А. М., Ашихмин А. В., Козьмин В. А.** Радиомониторинг — задачи, методы, средства / Под ред. А. М. Рембовского. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Горячая линия-Телеком, 2010. — 624 с.
3. **Шлезингер Р. Дж.** Радиоэлектронная война. — М.: Воениздат, 1963. — 320 с.
4. **Руководство** по поисковому и аварийно-спасательному обеспечению полетов гражданской авиации СССР (РПАСОП ГА-91) (утв. Приказом МГА СССР 28.03.1991 № 65).
5. **Медников В. Н.** Динамика полета и пилотирования самолетов: учебник. — Монино: ВВА имени Ю. А. Гагарина, 1976. — 547 с.



I. Yu. Paramonov, Head of Department, **M. N. Kvasov**, Junior Researcher — Onboard Operator, e-mail: kvasov_mn@mail.ru, **S. A. Shaitor**, Head of the Laboratory — Senior Onboard Operator, Military Institute (Research) Military Space Academy named after A. F. Mozhaysky, Saint-Petersburg

The Technique of Planning Search and Rescue Operations Using Air-Based Radiomonitoring Equipment

A technique of planning search and rescue operations in vast and hard to reach areas as well as low visibility conditions using air-based radiomonitoring equipment described in the article. The purpose of the development of the technique is rational planning of search and rescue operations with regard to available aircrafts, monitoring tools and search area. At the same time, such operational limitations of aircraft as range, lifting capacity, duration and range of the horizontal flight section were taken into account. In assessing the speed of the search for a source of radio emission, the radiomonitoring equipment operational characteristics were used.

The developed technique is applicable when planning search and rescue operations involving both manned and unmanned aerial vehicles. The paper presents estimates of the time of initial detection of radio sources in the search area, as well as the time taking into account the requirements for resolution.

A key criterion for aircraft flight parameters choosing is determined. The criterion is maximizing the probability of detecting radio sources by providing the required resolution and a rational flight range.

Keywords: emergency situations, search and rescue operations, radio monitoring

References

1. **Topol'skij M. G., Beresnev D. S., Ryzhenko A. A., Mokshancev A. V.** Metodika planirovaniya poiskovo-spatel'nyh rabot v prirodnoj srede, *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*. 2016. No. 3 (67). P. 165—169. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (date of access 15.04.2020)
2. **Rembovskij A. M., Ashihmin A. V., Koz'min V. A.** Radiomonitoring — zadachi, metody, sredstva / Pod red. A. M. Rembovskogo. 2-e izd., pererab. i dop. — Moscow: Goryachaya liniya-Telekom, 2010. 624 p.
3. **Shlezinger R. Dzh.** Radioelektronnaya vojna. Moscow: Voenizdat, 1963. 320 p.
4. **Rukovodstvo** po poiskovomu i avarijno-spatel'nomu obezpecheniyu poletov grazhdanskoj aviacii SSSR" (RPASOP GA-91) (utv. Prikazom MGA SSSR 28.03.1991 No. 65).
5. **Mednikov V. N.** Dinamika poleta i pilotirovaniya samoletov: uchebnyk. — Monino: VVA imeni Yu. A. Gagarina, 1976. 547 p.

Информация

Уважаемые авторы и подписчики журнала!

Обращаем ваше внимание, что на сайте ВАК РФ размещен документ, озаглавленный "Справочная информация об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 Правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее — Перечень), утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 12 февраля 2018 г. № 99 (зарегистрирован Минюстом России 15 марта 2018 г., регистрационный № 50368), считаются включенными в Перечень". Журнал "Безопасность жизнедеятельности" включен в этот список (поз. 338, список от 30.03.2020). Считаю необходимым подчеркнуть, что текст п. 5 Правил формирования Перечня имеет продолжение: "по отраслям науки, соответствующим их профилю". Напомним, что еще до выхода первого номера журнала в январе 2001 г. в качестве основных тематических направлений профиля были определены вопросы безопасности деятельности человека, экологии и преподавания соответствующих дисциплин в высшей школе.

УДК 378.147:628.3

Л. П. Майорова, д-р хим. наук, доц., e-mail: 000318@pnu.edu.ru,
Г. А. Волосникова, канд. техн. наук, доц., Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Виртуальная лабораторная работа как средство формирования профессиональных компетенций бакалавров экологического направления

Рассмотрены вопросы внедрения современных электронных образовательных ресурсов в учебный процесс подготовки бакалавров в области экологической безопасности. Продемонстрированы назначение, структура и возможности виртуальной лабораторной работы, посвященной проблеме защиты водных объектов от загрязнения сточными водами гальванического производства. Водоохранные мероприятия предусматривают поэтапные усовершенствования технологической схемы очистки сточных вод. Электронное учебное пособие разработано в виде виртуальной вычислительной среды с использованием методологических принципов реализации программного комплекса и в полной мере удовлетворяет необходимым критериям оценки качества электронных образовательных ресурсов. Для реализации структурно-функциональной модели виртуальной лабораторной работы разработана комплексная компьютерная программа, размещенная на тематическом сайте в локальной сети университета. Интерфейс программы позволяет управлять входными параметрами и условиями моделирования. Результаты педагогического эксперимента, проведенного с использованием когнитивного и мотивационного критериев оценки, подтвердили эффективность виртуальной работы. Подобная форма представления учебной информации способствует повышению качества учебного процесса, активизации самостоятельной работы студентов, формированию профессиональных компетенций, позволяет обучающимся не только эффективно овладевать теоретическими знаниями, но и приобретать профессиональные умения и навыки природоохранной деятельности.

Ключевые слова: инновационные технологии, профессиональные компетенции, электронные образовательные ресурсы, виртуальная лабораторная работа, компьютерная программа, структурно-функциональная модель, гальваническое производство, сточные воды, технологическая схема очистки, наилучшая доступная технология

Введение

Перед российскими вузами поставлена задача подготовки высококвалифицированных кадров, способных к решению сложных инженерно-технических задач с применением инновационных технологий. Важнейшей составляющей высшего образования является экспериментальная работа студентов, позволяющая закрепить теоретические положения путем наглядной демонстрации изучаемых явлений и процессов с применением лабораторного оборудования. Однако практическая реализация этого компонента сопряжена с рядом проблем, к числу которых относятся низкий уровень материально-технической оснащенности учебных заведений, недостатки финансового обеспечения, организационные, технические и технологические трудности.

Современный учебный процесс, протекающий в условиях информатизации всех сфер общественной жизни, требует существенного расширения имеющегося арсенала средств обучения и образовательных технологий. Повышение эффективности образовательного процесса осуществляется путем широкого внедрения активных и интерактивных форм обучения, в том числе электронных образовательных ресурсов. Проблема материально-технического обеспечения в вузах решается путем применения виртуальных лабораторий, когда лабораторное исследование заменяется на математическое моделирование изучаемых процессов.

Использование виртуальных лабораторных работ обеспечивает ряд преимуществ в сравнении с традиционными практикумами: возможность имитировать работу с процессами, оборудованием,



реактивами, применение которых проблематично или невозможно по причине высокой стоимости; наглядная визуализация изучаемых процессов; возможность изменения в широком диапазоне входных параметров и условий эксперимента; безопасность проведения эксперимента; помощь в организации самостоятельной работы студентам заочно-дистанционной формы обучения; возможность реализации компетентностного подхода в профессиональной подготовке.

В то же время данный вид обучения имеет и определенные недостатки: отсутствие непосредственного контакта с преподавателем; невозможность проведения реальных исследований; отсутствие практических навыков работы с лабораторным оборудованием. Поскольку прямое общение студента с преподавателем является неотъемлемой составляющей подготовки высококвалифицированных специалистов, компенсировать перечисленные недостатки возможно при использовании технологии смешанного обучения [1, с. 98]. Использование в процессе обучения моделирующих систем не должно заменять практических занятий в реальных производственных условиях, подобные методы обучения могут служить лишь эффективным дополнением к традиционным методам и позволяют повысить уровень качества образования [2, с. 663].

В профессиональной подготовке кадров в области экологической безопасности большую роль играет изучение инженерных методов и средств защиты окружающей среды от техногенного воздействия. Одним из важных аспектов профессиональной деятельности эколога является защита водных объектов от загрязнения сточными водами различных производств. Обоснованный выбор высокоэффективных методов очистки промышленных стоков перед сбросом их в водные объекты и состава очистных сооружений является важной инженерной задачей. Однако относительно небольшой объем аудиторных занятий в учебном плане подготовки бакалавров предъявляет жесткие требования к оптимальному распределению соотношений между отдельными разделами специальных дисциплин при разработке рабочих программ.

Особенно трудоемкой представляется реализация в учебном процессе подготовки бакалавра таких профессиональных компетенций, как способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду; готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии, направленные на

минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим представляется возможным усвоение сложного и объемного теоретического материала с помощью виртуальных лабораторных работ.

Значительное воздействие на качество поверхностных вод оказывают машиностроительные предприятия, имеющие в своем составе гальванические производства или технологические участки гальванопокрытия. В результате исследования гальванических производств и эффективности работы очистных сооружений предприятий выявлены типичные недостатки [3, 4]: большие объемы водопотребления и водоотведения при традиционной организации производств (нанесение покрытия, многократная промывка деталей чистой водой на каждой стадии); совместный сбор и очистка отработанных гальванических растворов и промывных вод, образующихся при проведении различных гальванических операций, что затрудняет извлечение ценных компонентов из гальванических шламов; применение классического реагентного метода обезвреживания гальваносточков известковым молоком с дальнейшим осаждением гидроксидов тяжелых и цветных металлов, не позволяющего достичь требуемого эффекта очистки; образование значительного количества шлама с высоким содержанием соединений цветных и тяжелых металлов, требующего размещения в природной среде после обезвреживания; отсутствие системы оборотного водоснабжения гальванических производств.

Важным и перспективным направлением повышения экологической безопасности гальванических производств является усовершенствование традиционных способов очистки сточных вод, внедрение наилучших доступных технологий, обеспечивающих выполнение требований современных стандартов, возврат воды в оборотный цикл, формирование утилизируемых осадков. Обзор современных достижений в области организации гальванического производства и основных методов очистки стоков, относящихся к категории наилучших доступных технологий (НДТ), приведен в Справочнике по НДТ в области очистки сточных вод предприятий [5, с. 46].

На основе всестороннего анализа данной проблемы обоснована концепция, объединяющая современные достижения в области организации гальванического производства и высокоэффективной очистки гальваносточков, в рамках которой разработаны организационно-технические мероприятия, направленные на устранение выявленных недостатков: дифференциация сточных вод по видам загрязнений с очисткой каждого из потоков в отдельности; снижение водопотребления

путем организации противоточной каскадной промывки изделий после нанесения гальванических покрытий; регенерация отработанных электролитов и технологических растворов [6, с. 142].

Цель исследования

Авторским коллективом кафедры "Экология, ресурсопользование и безопасность жизнедеятельности" Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ, г. Хабаровск) в 2018 г. был реализован проект по разработке и внедрению в учебный процесс подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов") электронного учебного пособия "Виртуальная лабораторная работа. Усовершенствование технологической схемы очистки сточных вод гальванического производства".

Актуальность проекта определяется необходимостью освоения студентами ряда профессиональных компетенций, связанных с участием в совершенствовании технологических процессов и готовностью обосновывать конкретные технические решения, выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

Целью проекта явилась активизация самостоятельной работы студентов и повышение качества учебного процесса путем внедрения инновационных образовательных технологий в методическое обеспечение экологического образования в высшем учебном заведении.

Задачи проекта: изучение методологических основ реализации программного комплекса в виде виртуальной вычислительной среды; построение структурно-функциональной модели виртуальной лабораторной работы; создание компьютерной программы, моделирующей эксперимент и способствующей поэтапному изучению теоретического материала; проверка эффективности разработанной методики в ходе педагогического эксперимента.

Материал и методы исследования

Использование информационных технологий в образовательном процессе требует рассмотрения методологических основ организации процесса и оценки возможностей применения традиционных педагогических методов в новых условиях. Задачи использования виртуальных лабораторных работ диктуют определенные требования

к алгоритму их построения: логичность компоновки материала, методически грамотное его изложение, разумное использование анимационных средств, доступность справочных данных [7, с. 588].

Создаваемый продукт должен удовлетворять необходимым критериям оценки качества электронных образовательных ресурсов. К традиционным критериям оценки относятся: соответствие требованиям ФГОС и программе дисциплины; структурированность; наглядность и доступность; научная обоснованность представленного материала; проблемный характер изложения; наличие справочного материала; соответствие педагогическим методикам ("от простого к сложному", соблюдение логической последовательности представления материала).

Основными инновационными качествами электронного образовательного ресурса являются: удобство и оптимальность среды обучения (понятный интерфейс, простота управления); интерактивность, обеспечивающая расширение сектора самостоятельной учебной работы за счет использования активно-деятельностных форм обучения; удобство поиска информации [8, 9].

В основу создания электронного учебного пособия закладывается схема логически взаимодействующих элементов. В структуре пособия необходимо присутствие различных типов электронных учебных модулей, в том числе основного обучающего модуля, содержащего теоретический материал в минимальном объеме, обеспечивающем внутреннюю логику изложения; модуля имитации лабораторного эксперимента; модулей, содержащих справочную информацию; модуля тестирования (контроля) [10, с. 220].

При решении поставленных задач использовались как теоретические (анализ, систематизация, обобщение), так и эмпирические (наблюдение, педагогический эксперимент) методы исследования, элементы математического и имитационного моделирования, а также методы и средства объектно-ориентированного программирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Электронное учебное пособие реализовано на основе разработанной программы, прошедшей государственную регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (свидетельство № 2018619693 от 10 августа 2018 года). Разработка программы велась в среде Notepad++, на языках программирования JavaScript и HTML 5 с использованием стилей CSS. Пособие включает теоретическую часть, методические указания и тесты, выполненные в iSprings, опубликованные



в HTML и интегрированные в сайт, а также порядок сборки и анализа на основании справочных данных технологических схем, в основу которых положен принцип игры "Собери пазл".

Вся логика сайта выполняется непосредственно на клиенте, серверная часть приложения полностью отсутствует. Тип ЭВМ: ПК с процессором Pentium и выше. Язык программирования: JavaScript, HTML 5. ОС: Windows XP/2000/Vista/7/8/10. Объем программы: 33,4 Мб.

Цель лабораторной работы — приобретение навыков разработки мероприятий по экологизации систем водного хозяйства гальванических производств, построения и анализа технологических схем очистки сточных вод, проведения расчетов эффективности очистки, определения путей дальнейшего движения очищенных стоков. Задание включает анализ существующей технологической схемы очистки; оценку возможности сброса очищенных стоков в городскую систему водоотведения; рассмотрение предложений по усовершенствованию технологической схемы; построение структурных усовершенствованных технологических схем по каждому из предлагаемых мероприятий; оценку возможности повторного использования очищенных стоков в гальваническом производстве для приготовления растворов. Общие теоретические положения содержат

описание современных методов очистки сточных вод гальванического производства и основных принципов работы очистных сооружений, рисунки и технологические схемы очистки, расчетные формулы, схемы сооружений. Программа моделирует технологические схемы процесса очистки сточных вод с применением эффективного очистного оборудования.

Алгоритм выполнения лабораторной работы приведен на рис. 1.

Теория представлена "листающимся" учебным пособием, в котором рассмотрены способы совершенствования очистки сточных вод. Пособие доступно и отдельно от виртуальной лабораторной работы для любых гаджетов, что позволяет студентам знакомиться с теорией даже в общественном транспорте. Автособираемое оглавление обеспечивает возможность эффективного перехода по гиперссылкам. Имеется список контрольных вопросов (подготовка к этапу тестирования) и список использованной литературы.

Банк тестовых заданий выполнен в iSprings, охватывает весь учебный материал по данной теме и включает 20 контрольно-измерительных материалов. Обеспечена автоматическая проверка тестовых заданий, сортировка тестов, перемешивание дистракторов. Используются различные типы тестов, в том числе на соответствие (рис. 2).

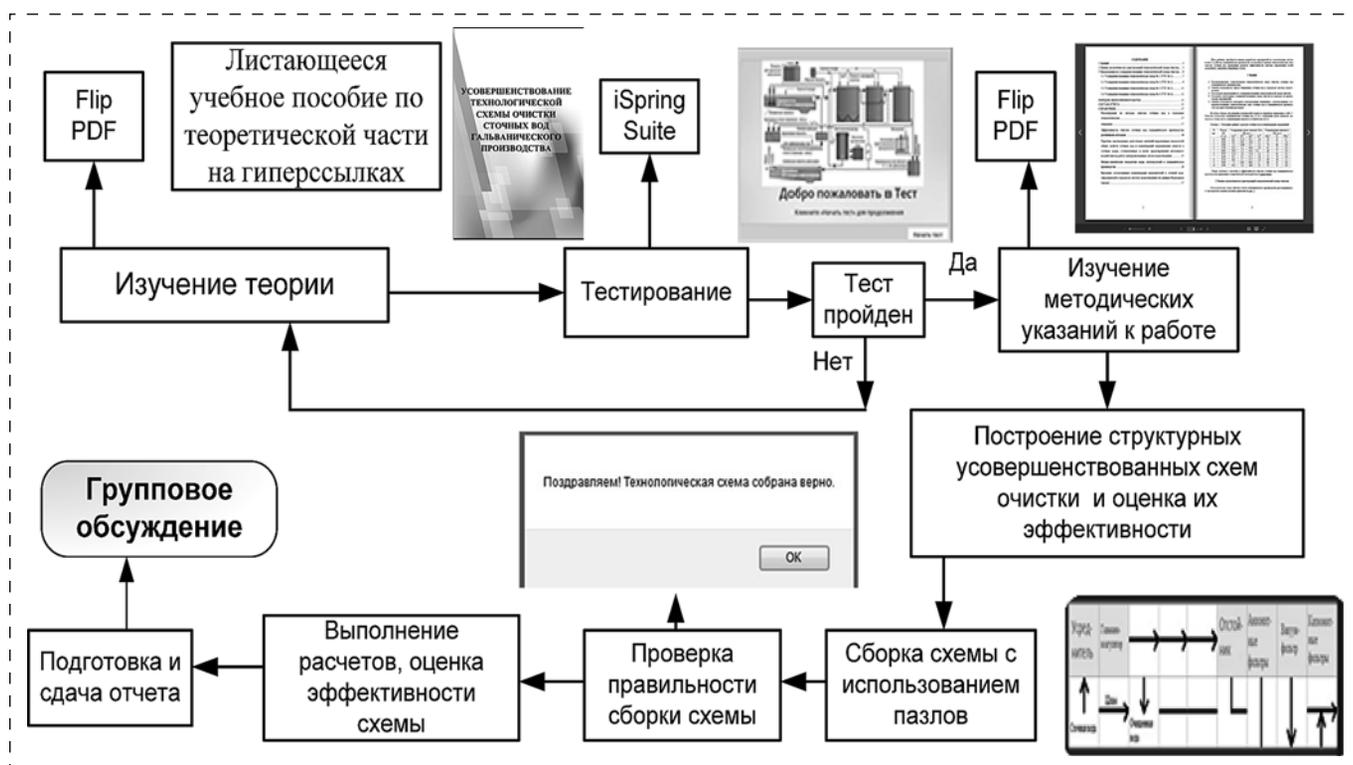


Рис. 1. Структурная схема виртуальной лабораторной работы

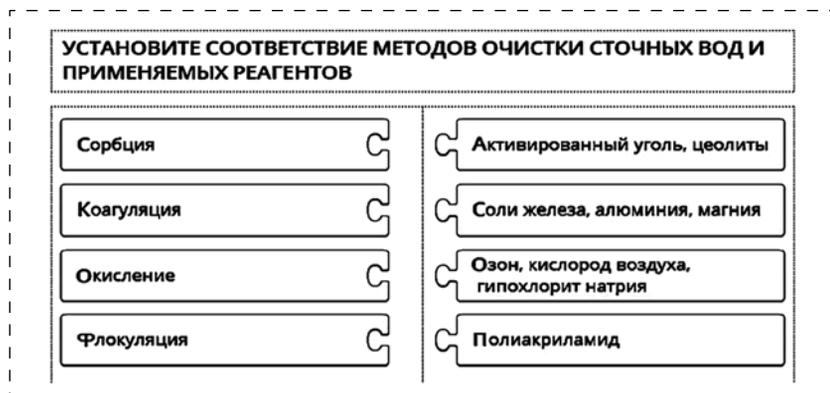


Рис. 2. Пример тестового задания

Возможно введение слов и чисел при решении задач. Наиболее интересен "Банк слов", когда ответ вставляется в текст из списка. Используется "активная область", когда ответ выбирается кликом мыши. Имеется возможность просматривать рисунки в увеличенном масштабе. Можно сразу получить ответ, правильно ли выполнено тестовое задание, просмотреть типы вопросов и их "цену", а также набранное количество баллов.

При успешном завершении тестирования студенты переходят к знакомству с методическими указаниями к выполнению работы, содержащими задание, алгоритм выполнения работы и Справочник, в котором приведен примерный состав сточных вод цехов гальванопокрытий и даны рекомендации по методам очистки сточных вод от технологических операций [11, с. 333]; эффективность очистки сточных вод гальванического производства различными методами; допустимые значения концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в городскую систему водоотведения; физико-химические показатели воды, используемой в гальваническом производстве в целях возврата в технологический процесс для приготовления растворов согласно ГОСТ 9.314—90 [12].

Водоохранные мероприятия предусматривают поэтапные усовершенствования существующей технологической схемы очистки (см. таблицу).

Характеристика существующей и усовершенствованных технологических схем (УТС) очистки сточных вод (по данным работы [13])

Технологические схемы очистки сточных вод	Краткое описание метода очистки сточных вод и результаты очистки	Применяемое оборудование	Используемые реагенты
Традиционный реагентный сорбционно-гидролитический метод обезвреживания гальваностокков с применением двухвалентного Fe	Совместная очистка отработанных растворов и промышленных вод. Образование ферритов, восстановление ионов хрома (VI) до трехвалентного состояния	Усреднитель, электрокоагулятор, баки-реакторы, отстойник, барабанный вакуум-фильтр для обезвреживания шлама	FeCl ₂ (коагулянт), CaOH ₂ , полиакриламид (флокулянт)
УТС № 1 — Традиционный метод очистки + доочистка методом ионного обмена	Доочистка с применением двухстадийной установки с противоточной регенерацией по технологии UPCORE (США)	Ионитовые противоточные фильтры типа ФИПР-А-О-2,0	Катионит Дауэкс Моно С-600, анионит Дауэкс Моно А-625, 3 %-ный раствор HCl, 4 %-ный раствор NaOH для регенерации
УТС № 2 — Дополнение УТС № 1 трехстадийной каскадной промывкой деталей + доочистка методом ионного обмена	Трехступенчатая каскадная промывка деталей. Сокращение расхода стоков в 3 раза. Трехкратный рост концентраций ионов-загрязнителей в стоке	Баки-реакторы (емкости каскадной очистки)	FeCl ₂ (коагулянт), CaOH ₂ , полиакриламид (флокулянт), 3 %-ный раствор HCl, 4 %-ный раствор NaOH
УТС № 3 — Дополнение УТС № 2 методом гальванокоагуляции	Восстановление катионов металлов и образование ферритов в гальванокоагуляторе, их осаждение в отстойнике. Ионный обмен	Гальванокоагулятор	3 %-ный раствор HCl, 4 %-ный раствор NaOH
УТС № 4 — Трехстадийная каскадная промывка деталей, отдельный сбор сточных вод: выделение медьсодержащих стоков	Контактирование медьсодержащих стоков с CaCO ₃ , образование металлургического концентрата. Сокращение в 4 раза расхода медьсодержащих стоков, рост в 4 раза концентрации Cu ²⁺	Реактор осаждения меди (сорбционная колонна с дробленным известняком), барабанный гранулятор	3 %-ный раствор HCl, 4 %-ный раствор NaOH, сорбент — природный дробленный известняк CaCO ₃

Виртуальный эксперимент включает сборку на основе описания усовершенствованных технологических схем по принципу "Собери пазл" (рис. 3). По окончании процесса сборки осуществляется проверка результата.

Следующим шагом выполнения лабораторной работы является расчет концентраций загрязняющих веществ на выходе из очистных сооружений с использованием значений коэффициентов эффективности очистки сточных вод, приведенных в Справочнике [11], и решение вопроса о дальнейшем пути движения очищенных стоков. Имеется возможность проведения расчета, оформления и записи полученных результатов в отчет по лабораторной работе. Программа позволяет вывести отчет на печать вместе с собранными усовершенствованными технологическими схемами очистных сооружений. Для студентов очной формы обучения проводится коллективное обсуждение результатов работы.

Виртуальная лабораторная работа успешно прошла апробацию: в 2018–2019 гг. было обучено 20 студентов ТОГУ очной формы обучения и 16 студентов — заочной. После внедрения электронного пособия в учебный процесс был проведен педагогический эксперимент по оценке

эффективности работы студентов. В качестве основных критериев оценки рассматривались: когнитивный (уровень знаний обучаемых, определяемый посредством тестирования); мотивационный (уровень мотивации в процессе обучения, определяемый с помощью анкетирования).

После выполнения виртуальной лабораторной работы студентам предлагалось ответить на вопросы анкеты. Статистическая обработка результатов опроса позволила получить следующие результаты. Около трети опрошенных (33,5 %) отметили, что узнали много нового при подготовке к работе. Только 11 % студентов посчитали изложенный в методическом пособии материал трудным, для основной массы обучающихся самостоятельное изучение материала оказалось посильным. Более половины студентов (53 %) испытали некоторые трудности при подготовке к работе, 33,5 % опрошенных посчитали теоретический материал достаточно простым, что свидетельствует о его логической структурированности и доступности. В целом опрос выявил явный интерес студентов к выполнению компьютерных моделирующих лабораторных работ.

Таким образом, полученные результаты педагогического эксперимента позволили сделать

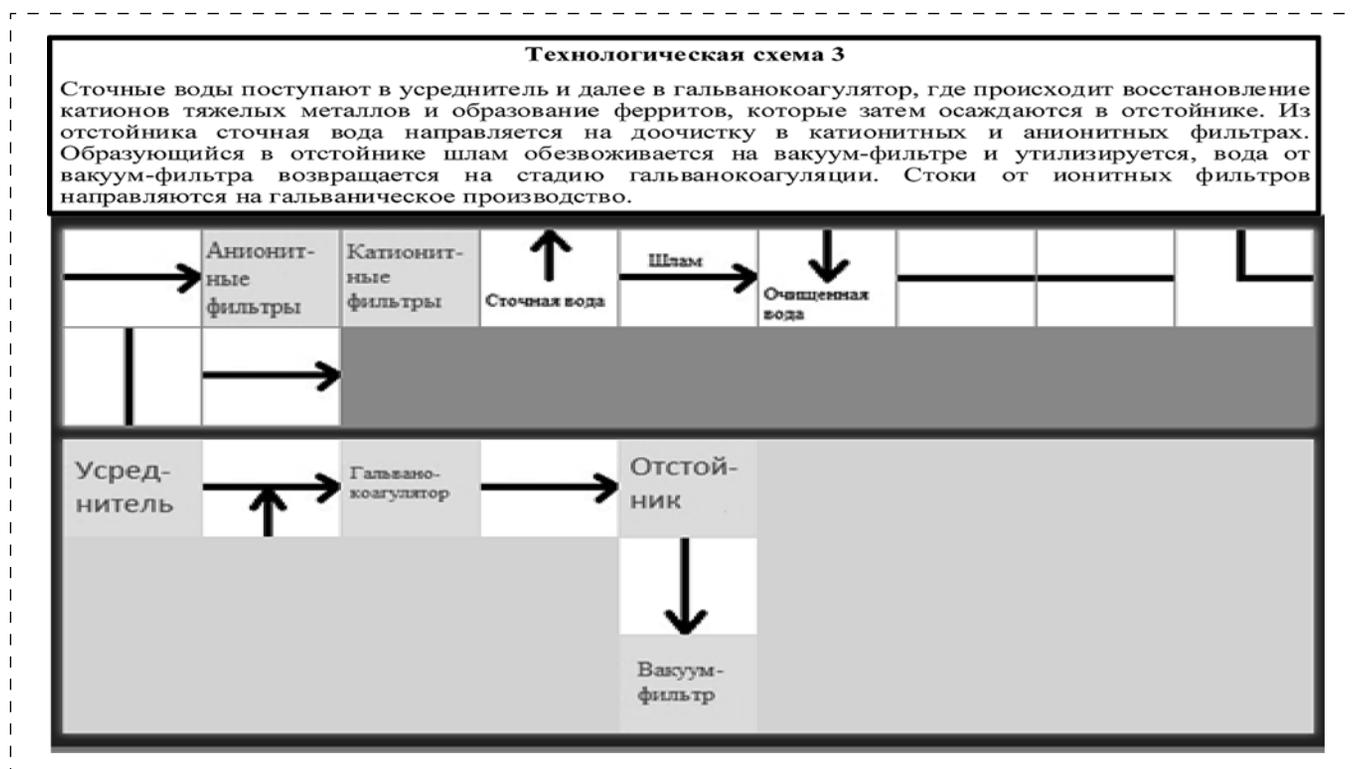


Рис. 3. Процесс сборки технологической схемы

вывод о высоких критериальных показателях в группах, где обучение осуществлялось на базе виртуальной лабораторной работы. Использование электронного образовательного ресурса эффективно повлияло на повышение уровня знаний и мотивации студентов по сравнению с традиционной практикой обучения, позволило активизировать учебный процесс, сделать его более наглядным. Студентам представляется возможность ознакомиться с уникальной информацией в сфере очистки производственных сточных вод, что способствует улучшению восприятия материала, формированию профессиональных умений и навыков, развитию профессионального интереса, и в целом повышает качественный уровень подготовки кадров в области экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Выводы

Электронное учебное пособие, разработанное с использованием методологических основ реализации программного комплекса в виде виртуальной вычислительной среды, в полной мере удовлетворяет необходимым критериям оценки качества электронных образовательных ресурсов (традиционным и инновационным), включает элементы геймификации. Для реализации структурно-функциональной модели виртуальной лабораторной работы разработана комплексная компьютерная программа, размещенная в локальной сети университета, обладающая интерактивным интерфейсом, позволяющим управлять входными параметрами и условиями моделирования. Результаты педагогического эксперимента, проведенного с использованием когнитивного и мотивационного критериев оценки, подтвердили эффективность разработанной методики.

Проект был представлен на конкурс Правительства Хабаровского края "Эколидер-2018", где получил диплом III степени среди краевых образовательных учреждений.

Список литературы

1. Гергова И. Ж., Коцева М. А., Ципинова А. Х. и др. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов // Современные наукоемкие технологии. — 2017. — № 1. — С. 94—98. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=36562> (дата обращения 22.01.2020).

2. Тарасенко Н. А., Архипов В. Ю., Лобанов В. Г., Тимофеев Т. И. Разработка виртуальных лабораторных работ для электронной среды обучения // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 12-4. — С. 661—664. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39600> (дата обращения 22.01.2020).
3. Найденко В. В., Губанов Л. Н. Очистка и утилизация промстоков гальванического производства. — Н. Новгород: Деком, 1999. — 368 с.
4. Хранилов Ю. П. Экология и гальванотехника: проблемы и решения. — Киров: изд. ВятГТУ, 2000. — 97 с.
5. ИТС 8-2015 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. — М.: Бюро НДТ, 2015. — 129 с.
6. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство / под ред. проф. В. Н. Кудрявцева. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Глобус, 2002. — 352 с.
7. Князева Е. М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. — 2012. — № 6-3. — С. 587—590. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30079> (дата обращения 24.01.2020).
8. Михайленко О. А. Классификация и методика оценки качества электронных образовательных ресурсов в вузе // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина" (Вестник ФГОУ ВПО МГАУ). — 2009. — № 6. — С. 129—132. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-metodika-otsenki-kachestva-elektronnyh-obrazovatelnyh-resursov-v-vuze> (дата обращения 22.01.2020).
9. Шалкина Т. Н. Показатели и критерии качества электронного учебного курса // Образовательные технологии и общество. — 2015. — С. 1—12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-i-kriterii-kachestva-elektronnogo-uchebnogo-kursa> (дата обращения 22.01.2020).
10. Шапошникова Т. Л. Виртуальный лабораторный практикум в структуре информационных образовательных технологий // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2014. — № 12 (118). — С. 218—221. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyy-laboratornyy-praktikum-v-strukture-informatsionnyh-obrazovatelnyh-tehnologiy> (дата обращения 22.01.2020).
11. Тимошин А. С. Инженерно-экологический справочник: Учеб. пособие Моск. гос. ун-т инженерной экологии. — Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. — Т. 2. — 881 с.
12. ГОСТ 9.314—90 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования.
13. Чуркина А. Ю. Анализ систем очистки сточных вод гальванических производств предприятий Самарской области // Альманах современной науки и образования. — 2012. — № 7 (62). — С. 166—169.



L. P. Mayorova, Associate Professor, e-mail: 000318@pnu.edu.ru,
G. A. Volosnikova, Associate Professor, Pacific State University, Khabarovsk

Virtual Laboratory Work as a Means of Formation of Professional Competences of Bachelors of Ecological Direction

The issues of introducing modern electronic educational resources into the educational process of preparing bachelors in the field of environmental safety are considered. The purpose, structure and capabilities of virtual laboratory work on the problem of protecting water bodies from pollution by sewage from galvanic production are demonstrated. Water protection measures include phased improvements to the technological scheme of wastewater treatment. The electronic manual has been developed in the form of a virtual computing environment using the methodological principles for implementing the software package and fully meets the necessary criteria for assessing the quality of electronic educational resources. To implement the structural and functional model of virtual laboratory work, a comprehensive computer program was developed, which is available on a thematic site in the university's local network. The program interface allows you to control the input parameters and modeling conditions. The results of a pedagogical experiment conducted using cognitive and motivational assessment criteria confirmed the effectiveness of the developed methodology. This form of presentation of educational information contributes to improving the quality of the educational process, enhancing students' independent work, the formation of professional competencies, allows students not only to effectively master theoretical knowledge, but also to acquire professional and environmental skills.

Keywords: innovative technologies, professional competencies, electronic educational resources, virtual laboratory work, computer program, structural-functional model, galvanic production, waste water, treatment flow diagram, the best available technology.

References

1. **Gergova I. Zh., Koceva M. A., Cipinova A. H.** et al. Virtual'nye laboratornye raboty kak forma samostoyatel'noj raboty studentov, *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2017. No. 1. P. 94–98; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=36562> (date of access 22.01.2020).
2. **Tarasenko N. A., Arhipov V. Yu., Lobanov V. G., Timofeenko T. I.** Razrabotka virtual'nyh laboratornyh rabot dlya elektronnoj sredy obucheniya, *Fundamental'nye issledovaniya*. 2015. No. 12-4. P. 661–664; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39600> (data date of access 22.01.2020).
3. **Najdenko V. V., Gubanov L. N.** Ochistka i utilizaciya promstokov gal'vanicheskogo proizvodstva. N. Novgorod: Dekom, 1999. 368 p.
4. **Hranilov Yu. P.** Ekologiya i gal'vanotekhnika: problemy i resheniya. — Kirov: izd. VyatGTU, 2000. 97 p.
5. **ITS 8-2015.** Informacionno-tekhnicheskij spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. Ochistka stochnyh vod pri proizvodstve produkcii (tovarov), vypolnenii rabot i okazanii uslug na krupnyh predpriyatiyah. M.: Byuro NDT, 2015. 129 p.
6. **Vinogradov S. S.** Ekologicheski bezopasnoe gal'vanicheskoe proizvodstvo / Pod red. prof. V. N. Kudryavceva. Izd. 2-e, pererab. i dop.; M.: "Globus", 2002. 352 p.
7. **Knyazeva E. M.** Laboratornye raboty novogo pokoleniya, *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012. No. 6-3. P. 587–590; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30079> (date of access 24.01.2020).
8. **Mihajlenko O. A.** Klassifikaciya i metodika ocenki kachestva elektronnyh obrazovatel'nyh resursov v vuze, *Vestnik federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V. P. Goryachkina" (Vestnik FGOU VPO MGAU)*. 2009. No. 6. P. 129–132. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-metodika-otsenki-kachestva-elektronnyh-obrazovatelnyh-resursov-v-vuze> (date of access 22.01.2020).
9. **Shalkina T. N.** Pokazateli i kriterii kachestva elektronnoho uchebnogo kursa, *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*. 2015. P. 1–12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-i-kriterii-kachestva-elektronnoho-uchebnogo-kursa> (date of access: 22.01.2020).
10. **Shaposhnikova T. L.** Virtual'nyj laboratornyj praktikum v strukture informacionnyh obrazovatel'nyh tekhnologij, *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta*. 2014. No. 12 (118). P. 218–221. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyy-laboratornyy-praktikum-v-strukture-informatsionnyh-obrazovatelnyh-tehnologij> (date of access 22.01.2020).
11. **Timonin A. S.** Inzhenerno—ekologicheskij spravochnik: Ucheb. Posobie. Moskovsk. gos. un-t inzhenernoj ekologii. Kaluga: Izd-vo N. Bochkarevoj. 2003. Vol. 2. 881 p.
12. **GOST 9.314–90** Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya (ESZKS). Voda dlya gal'vanicheskogo proizvodstva i skhemy promyvok. Obshchie trebovaniya. 26 p.
13. **Churkina A. Yu.** Analiz sistem ochistki stochnyh vod gal'vanicheskikh proizvodstv predpriyatij Samarskoj oblasti, *Al'manah sovremennoj nauki i obrazovaniya*. 2012. No. 7 (62). P. 166–169.

УДК 614.8.015

В. А. Сенченко¹, руководитель, e-mail: Vladimir.Senchenko@rambler.ru,
Т. Т. Каверзнева^{2,3}, канд. техн. наук, доц., **В. И. Салкуцан**², канд. техн. наук, доц.,
И. Л. Скрипник⁴, канд. техн. наук, доц., **С. В. Воронин**⁴, канд. техн. наук, доц.

¹ Центр охраны труда и экологии, Волгоград, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

³ Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет РАН

⁴ Санкт-Петербургский университет Государственной Противопожарной Службы МЧС России

Оптимизация обучения и проверки знаний требований охраны труда с помощью интернет-технологий

Эксплуатационные организации ПАО "РТК" Волгоградской области по структуре обслуживаемых объектов имеют удаленные рабочие места, к которым относятся, например, рабочие места связистов, энергетиков, нефтяников, газовиков и др. С развитием связи и технологий передачи данных все больше предприятий города используют работников, которые работают в дистанционном режиме. В статье обоснована целесообразность проведения проверки знаний требований охраны труда дистанционно с использованием интернет-технологий. Проведена оценка трудовых затрат и транспортных расходов, связанных с перемещением комиссии рейсовым автобусом из Волгограда в количестве трех человек на проверку знаний требований охраны труда у десяти работников в г. Суровикино Волгоградской области. Также показано, что переход от очной формы проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий к дистанционной не противоречит российскому законодательству. Для организаций с наличием разнообразных удаленных рабочих мест, переход проверки знаний требований охраны труда в дистанционный режим экономически выгоден. В таких организациях можно также рекомендовать дистанционный способ проведения вводного инструктажа, инструктажа на рабочем месте, проверки знаний требований электробезопасности. Приведен алгоритм процедуры проверки знаний требований охраны труда с использованием дистанционных технологий, который пошагово позволит руководителям подразделений реализовать проверку знаний в дистанционном режиме.

Ключевые слова: проверка знаний, требования охраны труда, дистанционное обучение, удаленные рабочие места

В соответствии с Постановлением Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29 "Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций" (далее Постановление 1/29) обучение и проверку знаний требований охраны труда проходят все работники предприятия как при приеме на работу (в течение 1 месяца), так и во время работы с периодичностью 1 раз в год или 1 раз в 3 года. Причем, проверка знаний подразумевает в соответствии с Постановлением 1/29 сдачу экзамена комиссии.

Компания ПАО "РТК" занимается предоставлением услуг связи и имеет удаленные рабочие места по всей Волгоградской области, занимающей площадь около 112 877 км².

В рамках административно-территориально-го устройства Волгоградская область состоит из следующих административно-территориальных единиц: 6 городских округов (города Волгоград, Волжский, Камышин, Михайловка, Урюпинск, Фролово) и 32 муниципальных района (районы: Алексеевский, Быковский, Городищенский, Даниловский, Дубовский, Еланский, Жирновский, Иловлинский, Калачевский, Камышинский, Киквидзенский, Клетский, Котельниковский, Котовский, Кумылженский, Ленинский, Нехаевский, Николаевский, Новоаннинский, Новониколаевский, Октябрьский, Ольховский, Палласовский, Руднянский, Светлоярский, Серафимовичский, Среднеахтубинский, Старополтавский, Суровикинский, Урюпинский, Фроловский, Чернышовский).



Для оказания услуг связи, а также эксплуатации линий связи в каждом городском округе и муниципальном районе имеются технические работники компании. Дирекция, руководители отделов и служб (главные специалисты) предприятия территориально размещены в г. Волгограде. В муниципальных районах находятся руководители подразделений. Специалисты по охране труда находятся в Волгограде, Михайловке, Жирновске и Волжском.

В соответствии с пунктом 3.4 Постановления 1/29 для проведения проверки знаний требований охраны труда работников в организациях создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверке знаний требований охраны труда в специализированной организации. В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций включаются руководители организаций и их структурных подразделений, специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик и другие лица), а также представители профсоюзного органа, представляющего интересы работников.

Так как круг должностных лиц, указанных в пункте 3.4 Постановления 1/29, достаточно широк и люди территориально не находятся в одном месте, комиссии по проверке знаний требований охраны труда формируются с учетом удаленности тех или иных рабочих мест от комиссии по проверке знаний требований охраны труда. Практика показывает, что работнику (или членам комиссии) иногда приходится проделывать путь в 200...300 км, чтобы процедура проверки знаний требований охраны труда состоялась должным образом.

Для того чтобы преодолеть это расстояние, требуются финансовые (оплата командировочных, затраты на эксплуатацию транспортных средств или проездной билет), временные и трудовые затраты. Кроме того, опрос работников и членов комиссии показал, что преодолев на машине, даже в качестве пассажира, расстояние в 200...300 км, человек устает и может нуждаться в дополнительном отдыхе.

Транспортных расходов и трудовых затрат, связанных с перемещением сотрудников на проверку знаний требований охраны труда, можно избежать, если проводить проверку знаний требований охраны труда дистанционно, используя интернет-технологии.

Если посчитать транспортные расходы и трудовые затраты, связанные с перемещением комиссии рейсовым автобусом из Волгограда в количестве трех человек на проверку знаний требований

охраны труда у десяти работников в г. Суровикино Волгоградской области (расстояние 136 км), то при средней заработной плате членов комиссии 30 тыс. руб. они составят около 7 тыс. руб. Затраты при перемещении на автомобиле будут выше. Расчет не учитывает работников, не сдавших экзамен с первого раза, не учитывает аварийных и срочных ситуаций, не учитывает внеочередную проверку знаний и ряд других факторов. Поэтому реальные экономические потери будут больше. Из данных табл. 1 следует, что в 2019 г. выигрыш от перехода к дистанционной форме проверки знаний по районам Волгоградской области соответствовал бы затратам на 69 поездок.

Переход от очной формы проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий к дистанционной не противоречит российскому законодательству. В соответствии с Постановлением 1/29 (пункт 2.3.5.) допускается проведение дистанционного обучения. Однако дистанционную проверку знаний Постановление 1/29 никак не регулирует. Но п. 2.2.3. Постановления 1/29, с одной стороны, предлагает, а с другой — обязывает работодателя установить порядок, форму, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий в соответствии с нормативными правовыми актами, регулирующими безопасность конкретных видов работ. Поэтому работодатель вправе установить самостоятельно порядок обучения и проверки знаний с учетом применения дистанционных технологий.

Министерство образования РФ является органом исполнительной власти, наделенным полномочиями регулировать правоотношения в области образования. Образовательная программа по охране труда направлена на обеспечение безопасности труда работников в процессе трудовой деятельности. Таким образом, в неурегулированных вопросах можно пользоваться подходами этого ведомства.

В развитие государственной политики Российской Федерации Министерство образования и науки РФ издало Приказ от 23.08.2017 № 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ". Пункт 8 этого приказа разрешает образовательной организации проводить экзамены и зачет в дистанционной форме. Таким образом, этот подход не противоречит Федеральному закону от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".



Таблица 1

Количество работников, прошедших проверку знаний требований охраны труда, и число поездок, совершенных членами комиссии для приема экзаменов по проверке знаний в 2018 и 2019 г., по районам Волгоградской области

Наименование районов Волгоградской области	Расстояние от Волгограда, км	Количество работников	Количество работников, прошедших проверку знаний в 2018 г./2019 г.			Число поездок в 2018 г./2019 г.
			Первичный	Повторный	Внеплановый	
Алексеевский	295	15	2/2	15/15	15/0	4/3
Быковский	147	19	1/1	19/19	19/0	3/2
Городищенский	14	32	1/1	31/31	32/0	3/2
Даниловский	235	15	1/1	15/15	15/0	3/2
Дубовский	50,1	17	2/2	17/17	17/0	4/2
Еланский	314	16	1/1	16/16	16/0	3/2
Жирновский	308	15	2/2	13/13	15/0	4/3
Иловлинский	85,9	12	1/1	12/12	12/4	3/3
Калачевский	78,7	36	4/4	36/36	36/0	6/4
Камышинский	195	89	5/5	83/83	89/0	6/4
Киквидзенский	291,1	12	1/1	12/12	12/1	3/3
Клетский	177	14	0/0	14/14	14/0	2/1
Котельниковский	205	18	0/0	18/18	18/0	2/1
Котовский	227	23	2/2	23/23	23/0	3/2
Кумылженский	215	13	1/1	13/13	13/0	3/2
Ленинский	60,3	17	1/1	17/17	17/1	3/3
Нехаевский	364	14	0/0	14/14	14/2	2/2
Николаевский	178	16	0/0	16/16	16/0	2/1
Новоаннинский	254	19	1/1	19/19	19/0	3/2
Новониколаевский	310	18	1/1	18/18	18/0	3/2
Октябрьский	153	15	1/1	15/15	15/0	3/2
Ольховский	163,2	16	1/1	16/16	16/0	3/2
Палласовский	283	19	1/1	19/19	19/0	3/2
Руднянский	306	20	2/2	19/19	20/1	4/3
Светлоярский	53,7	8	0/0	8/8	8/0	2/1
Серафимовичский	249	16	1/1	15/15	16/0	3/2
Среднеахтубинский	29,8	18	1/1	18/18	18/0	3/2
Старополтавский	286,0	19	2/2	19/19	19/4	4/2
Суровикинский	136,0	24	1/1	24/24	24/2	3/2
Урюпинский	333,0	41	3/3	41/41	41/0	4/2
Фроловский	144	26	2/2	26/26	26/0	4/2
Чернышовский	190,0	18	1/1	18/18	18/0	3/2



Согласно ст. 165.1 Гражданского кодекса РФ заявления, уведомления, извещения, требования или иные юридически значимые сообщения, с которыми закон или сделка связывает гражданско-правовые последствия для другого лица, влекут для этого лица такие последствия с момента доставки соответствующего сообщения ему или его представителю. Следует сказать, что сканы документов имеют свою юридическую значимость. Данная позиция схожа с той, которая содержится в Постановлении Пленума Верховного Суда РФ от 23.06.2015 № 25 "О применении судами некоторых положений раздела I части первой Гражданского кодекса Российской Федерации": "Если иное не установлено законом или договором и не следует из обычая или практики, установившейся во взаимоотношениях сторон, юридически значимое сообщение может быть направлено, в том числе посредством электронной почты, факсимильной и другой связи, осуществляться в иной форме, соответствующей характеру сообщения и отношений, информация о которых содержится в таком сообщении, когда можно достоверно установить, от кого исходило сообщение и кому оно адресовано".

Таким образом, хотя Постановление 1/29 прямо не регулирует данный вопрос, но можно предположить, что дистанционный способ будет юридически законен.

В результате обучения и проверки знаний происходит следующий обмен информацией: визуальное восприятие информации, голосовое восприятие информации, передача текстовой информации.

В последнее время получило развитие программное обеспечение, обеспечивающее текстовую, голосовую и видеосвязь через Интернет между компьютерами (IP-телефония). Например, Skype (МФА: [ska@p]) — бесплатное программное обеспечение с закрытым кодом, обеспечивающее

текстовую, голосовую и видеосвязь через Интернет между компьютерами (IP-телефония), опционально используя технологии пиринговых сетей, а также платные услуги для звонков на мобильные и стационарные телефоны. С помощью этих видеоприложений можно осуществить вербальное и невербальное общение, не нужно тратить время и денежные средства на командировку для обучения и проверки знаний требований охраны труда в удаленных подразделениях.

Дистанционное обучение широко используется в настоящее время в образовательной среде во всех университетах, этот вид обучения не требует физического одномоментного присутствия в одном месте преподавателя и студента, организуется преимущественно в сети Интернет и использует современные способы коммуникации: аудиотехнику, видеотехнику и спутниковые каналы связи [1—5]. Роль технических средств обучения в современных условиях развития общества высока [6], происходит постоянное развитие информационной среды в условиях реализации сетевой формы [7]. Любая инновационная деятельность в той или иной степени предполагает использование современных способов коммуникации [8, 9].

В табл. 2 приведены необходимые и достаточные виды и способы передачи информации в процессе обучения и проверки знаний требований охраны труда.

Виды восприятия и способы передачи информации при обучении и проверке знаний требований охраны труда при очной и дистанционной формах с использованием программного обеспечения, обеспечивающего текстовую, голосовую и видеосвязь через Интернет между компьютерами (IP-телефония), одни и те же. Однако затратная часть, связанная с транспортными эксплуатационными расходами и трудовыми затратами на транспортировку работников, отсутствует при

Таблица 2

Виды восприятия и способы передачи информации при очном и дистанционном обучении

Виды восприятия и способы передачи информации	Очное обучение и проверка знаний при личном присутствии работника и членов комиссии	Дистанционное обучение и проверка знаний с использованием программного обеспечения, обеспечивающего текстовую, голосовую и видеосвязь через Интернет между компьютерами (IP-телефония)
Визуальное восприятие работника и членов комиссии	Да	Да
Голосовое общение	Да	Да
Передача текстовых сообщений	Да	Да
Тактильное общение	Не требуется	Не требуется

дистанционной форме с использованием соответствующего программного обеспечения.

На рисунке приведен алгоритм процедуры проверки знаний требований охраны труда с использованием дистанционных технологий, который пошагово позволит руководителям подразделений

реализовать проверку знаний в дистанционном режиме.

Таким образом, дистанционное обучение и проверка знаний требований охраны труда с использованием программного обеспечения, обеспечивающего текстовую, голосовую и видеосвязь

через Интернет между компьютерами (IP-телефония), дает следующие преимущества по сравнению с очной формой проверки знаний:

- экономятся время, транспортные и трудовые затраты на сбор участников;

- экзаменуемый, находясь в привычных условиях (у себя в подразделении), чувствует себя психологически увереннее;

- реализуется безболезненная возможность мобильного переноса процедуры проверки знаний в форс-мажорных случаях (внезапного ухудшения состояния здоровья одного из участников, неподготовленности экзаменуемого и т. д.).

К недостаткам дистанционной формы обучения и проверки знаний требований охраны труда можно отнести то обстоятельство, что сбор подписей и передача протоколов, удостоверений требует определенного времени, а также технического оснащения для сканирования и отправки электронных документов. Но названные недостатки в условиях всеобщей компьютеризации страны преодолимы и носят только временный характер. В связи с изложенным следует отметить целесообразность прямого урегулирования трудовым законодательством дистанционной формы обучения и проверки знаний требований охраны труда.

Для внедрения системы дистанционной проверки знаний требований охраны труда в каждой конкретной организации необходимо эту систему интегрировать индивидуально. При этом необходимо обеспечить перечисленные ниже условия.

1. Доступ всех участков подразделений к соответствующему видео-приложению, например Skype. Это приложение входит в стандартный пакет программного обеспечения



Алгоритм процедуры проверки знаний требований охраны труда с использованием дистанционных технологий



Майкрософт для компьютера, а также может быть установлено на любой современный смартфон.

2. Наличие в подразделении принтера для печати протокола и сбора подписей.

3. Возможность сканировать протокол (или сфотографировать).

4. Наличие электронных подписей.

5. В локальном документе предприятия в Положение о порядке обучения по охране труда необходимо закрепить правомочность проведения проверки знаний требований охраны труда с использованием дистанционных технологий, прописать способы подписания протоколов проверки знаний, а также документооборот. При этом учесть опыт использования современных информационных технологий в педагогическом процессе [10].

В заключение следует отметить, что в связи с широким внедрением интернет-технологий во все сферы производственной деятельности, обоснован переход проверки знаний требований охраны труда в дистанционный режим, подтвержденный опытом организации ПАО "РТК" Волгоградской области, которая по структуре обслуживаемых объектов имеет удаленные рабочие места. Для подобных организаций переход проверки знаний требований охраны труда в дистанционный режим удобен и экономически выгоден. В таких организациях можно также рекомендовать применение дистанционного способа проведения вводного инструктажа, инструктажа на рабочем месте, проверку знаний требований электробезопасности.

Список литературы

1. Куценко С. М., Косулин В. В. Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения и повышения качества образования // Актуальные вопросы инженерного образования: содержание, технологии,

- качество. Материалы VII межвузовской конференции, посвященной 70-летию Ю. Г. Назмеева (г. Казань, 21–22 апреля 2016 г.). В 3-х томах. Том 2. — Казань: Изд-во "Бриг". — 2016. — Т. 2. — С. 194–198.
2. Скрипник И. Л., Воронин С. В. Современные альтернативные подходы обучения в сравнении с традиционными // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. — 2017. — № 4 (37). — С. 46–50.
3. Куклев В. А., Егорова Т. А. Электронное обучение на основе СДО Moodle: проблемы, поиски и решения // Электронное обучение в непрерывном образовании. — 2015. — Т. 1, № 1 (2). — С. 552–558.
4. Акользина Е. А. Использование электронных образовательных ресурсов в процессе обучения: достоинства, недостатки // Психолого-педагогический журнал "Гаудеамус". — 2013. — № 2 (22). — С. 95–97.
5. Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А. Проблемы перевода учебного процесса в ON-LINE формат в высшей школе // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 4 (208). — С. 61–64.
6. Грузкова С. Ю., Камалеева А. Р. Роль технических средств обучения в современном педагогическом процессе // Информация и образование: границы коммуникаций. — 2014. — № 6 (14). — С. 346–348.
7. Шорина Т. В., Кирилова Г. И., Липатова И. А. Развитие информационной среды высшей школы в условиях реализации сетевой формы // Вестник Казанского государственного энергетического университета. — 2017. — № 3 (35). — С. 146–152.
8. Naumkin N. I., Kondratieva G. A., Grosheva E. P., Kupryashkin V. F. Training Higher School Students in Rapid Prototyping Technology as a Final Stage of Their Preparation for Innovative Activities // Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education. 2018. No. 22 (3). P. 519–534. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.519-534.
9. Исупова Н. И., Суворова Т. Н. Использование электронных образовательных ресурсов для реализации активных и интерактивных форм и методов обучения // Научно-методический электронный журнал "Концепт". — 2014. — Т. 26. — С. 136–140. URL: <http://e-koncept.ru/2014/64328.htm> (дата обращения 10.02.2020)
10. Южакова Н. А. Использование современных информационных технологий в педагогическом процессе в образовательных организациях высшего образования системы МЧС России // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 1 (181). — С. 60–64.

V. A. Senchenko¹, Director, e-mail: Vladimir.Senchenko@rambler.ru,
T. T. Kaverzneva^{2,3}, Associate Professor, V. I. Salkutsan², Associate Professor,
I. L. Skrypnyk⁴, Associate Professor, S. A. Voronin⁴, Associate Professor

¹ Labor Protection and Ecology Center, Volgograd

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

³ St. Petersburg Academic University

⁴ St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Optimization of Training and Check of Knowledge Requirements of Labor Protection by Using Internet Technologies

The operational organizations of PJSC "RTK" of the Volgograd Region have remote workplaces in terms of the structure of serviced facilities, which include, for example, signalmen, power engineers, oil workers, gas workers, and others. With the development of communications and data transfer technologies, more and more

enterprises in the city use workers who work in remote mode. The article substantiates the feasibility of conducting a knowledge test of labor protection requirements remotely using Internet technologies. An assessment of transport costs and labor costs associated with moving the commission by a regular bus from Volgograd in the amount of three people to test the knowledge of labor protection requirements for ten employees in the city of Surovikino, Volgograd Region. The article also shows that the transition from full-time acceptance of knowledge testing of labor protection requirements of workers of working professions to remote does not contradict Russian legislation. For organizations where a characteristic feature is the presence of a variety of remote workstations, the transfer of knowledge testing of labor protection requirements to the remote mode is economically beneficial. In such organizations, it is also possible to recommend a remote way of conducting introductory briefing, on-the-job briefing, and testing knowledge of electrical safety requirements. The algorithm of the procedure for testing knowledge of labor protection requirements using remote technologies is presented, which step-by-step will allow heads of departments to implement knowledge testing in remote mode.

Keywords: knowledge testing, labor protection requirements, distance learning, remote jobs

References

1. **Kutsenko S. M., Kosulin V. V.** Elektronnyye obrazovatel'nye resursy kak instrument obucheniya i povysheniya kachestva obrazovaniya, *Aktual'nye voprosy inzhenerenogo obrazovaniya: sodержanie, tekhnologii, kachestvo. Materialy VII mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu Yu. G. Nazmeeva* (Kazan', 21–22 April 2016). Kazan': Izdatel'stvo "Brig". 2016. Vol. 2. P. 194–198.
2. **Skripnik I. L., Voronin S. V.** Sovremennyye al'ternativnye podkhody obucheniya v sravnenii s traditsionnymi, *Nauchno-analiticheskiy zhurnal. Psikhologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva*. 2017. No. 4 (37). P. 46–50.
3. **Kuklev V. A., Egorova T. A.** Elektronnoe obuchenie na osnove SDO Moodle: problemy, poiski i resheniya, *Elektronnoe obuchenie v nepreryvnom obrazovanii*. 2015. Vol. 1, No 1 (2). P. 552–558.
4. **Akol'zina E. A.** Ispol'zovanie elektronnykh obrazovatel'nykh resursov v protsesse obucheniya: dostoinstva, nedostatki, *Psikhologo-pedagogicheskiy zhurnal "Gaudeamus"*. 2013. No. 2 (22). P. 95–97.
5. **Kaverzneva T. T., Leonova N. A.** Problemy perevoda uchebnogo protsessa v V ON-LINE format v vysshey shkole, *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 4 (208). P. 61–64.
6. **Gruzkova S. Yu., Kamaleeva A. R.** Rol' tekhnicheskikh sredstv obucheniya v sovremennoy pedagogicheskoy protsesse, *Informatsiya i obrazovanie: granitsy kommunikatsiy*. 2014. No. 6 (14). P. 346–348.
7. **Shorina T. V., Kirilova G. I., Lipatova I. A.** Razvitiye informatsionnoy sredy vysshey shkoly v usloviyakh realizatsii setevoy formy, *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*. 2017. No. 3 (35). P. 146–152.
8. **Naumkin N. I., Kondratieva G. A., Grosheva E. P., Kupryashkin V. F.** Training Higher School Students in Rapid Prototyping Technology as a Final Stage of Their Preparation for Innovative Activities, *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*. 2018. Vol. 22, No. 3. P. 519–534. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.519-534.
9. **Isupova N. I., Suvorova T. N.** Ispol'zovanie elektronnykh obrazovatel'nykh resursov dlya realizatsii aktivnykh i interaktivnykh form i metodov obucheniya, *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Konsept"*. 2014. Vol. 26. P. 136–140. URL: <http://e-koncept.ru/2014/64328.htm>. (date of access 10.02.2020).
10. **Yuzhakova N. A.** Ispol'zovanie sovremennykh informatsonnykh tekhnologiy v pedagogicheskoy protsesse v obrazovatel'nykh organizatsiyakh vysshego obrazovaniya sistemy MChS Rossii, *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016. No. 1 (181). P. 60–64.

Информация

10-Я ЮБИЛЕЙНАЯ КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

KIOSH 2020

Новые даты и место проведения

4–6 ноября 2020

Нур-Султан, Казахстан, МВЦ «EXPO»

Конференция KIOSH 2020 — это единственная специализированная площадка в Казахстане, созданная для встреч и обсуждений, обмена опытом и знаниями, демонстрации последних достижений в области охраны труда и промышленной безопасности.

<https://www.kiosh.kz/ru/>



Комплексная безопасность

Сентябрь 16—18, 2020 Павильон "Б" (Ижевск, Россия)

Проект «Комплексная безопасность» проводится в Удмуртской Республике с 2009 года. Участники спецэкспозиции «Комплексная безопасность», которая представлена в рамках Промышленного форума, занимают лидирующие позиции на рынке безопасности Удмуртии и России. Предприятия-участники представляют свою продукцию и услуги по тематикам: системы и средства пожарной безопасности; средства спасения в ЧС; технические средства обеспечения безопасности; безопасность на дорогах; промышленная безопасность и охрана труда; экологическая безопасность; средства и оборудование для оказания экстренной медицинской помощи.

Ежегодно в программу мероприятия входят семинары по обеспечению пожарной безопасности, охраны труда и другим актуальным темам. В целях выявления инновационных предложений для дальнейшего применения в интересах МЧС России и других силовых структур проводится Всероссийский конкурс перспективных разработок в области безопасности «Есть Идея!».

Спецэкспозиция «Комплексная безопасность» в Ижевске — одна из первых в России экспозиционных площадок, где стали проводиться масштабные демонстрационные выступления с использованием оборудования участников выставки. Учения представляют собой моделирование реальной ситуации и презентация взаимодействия различных служб в устранении ЧС в режиме реального времени.

Тематические разделы выставки

- Безопасность в чрезвычайных ситуациях
- Пожарная безопасность
- Безопасность на воде
- Системы общественной безопасности
- Безопасность дорожного движения
- Системы охраны
- Банковская безопасность
- Экологическая и промышленная безопасность
- Безопасность труда
- Системы защиты информации и специальные технические средства
- Личная безопасность, защита дома и офиса
- Услуги страхования
- Специализированная литература
- СМИ

<http://promforum18.ru/>

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Н. В. Яшина*

Сдано в набор 09.06.20. Подписано в печать 17.07.20. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ820. Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru

«ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПОЛИМЕРНЫМ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫМ МАТЕРИАЛОМ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА»

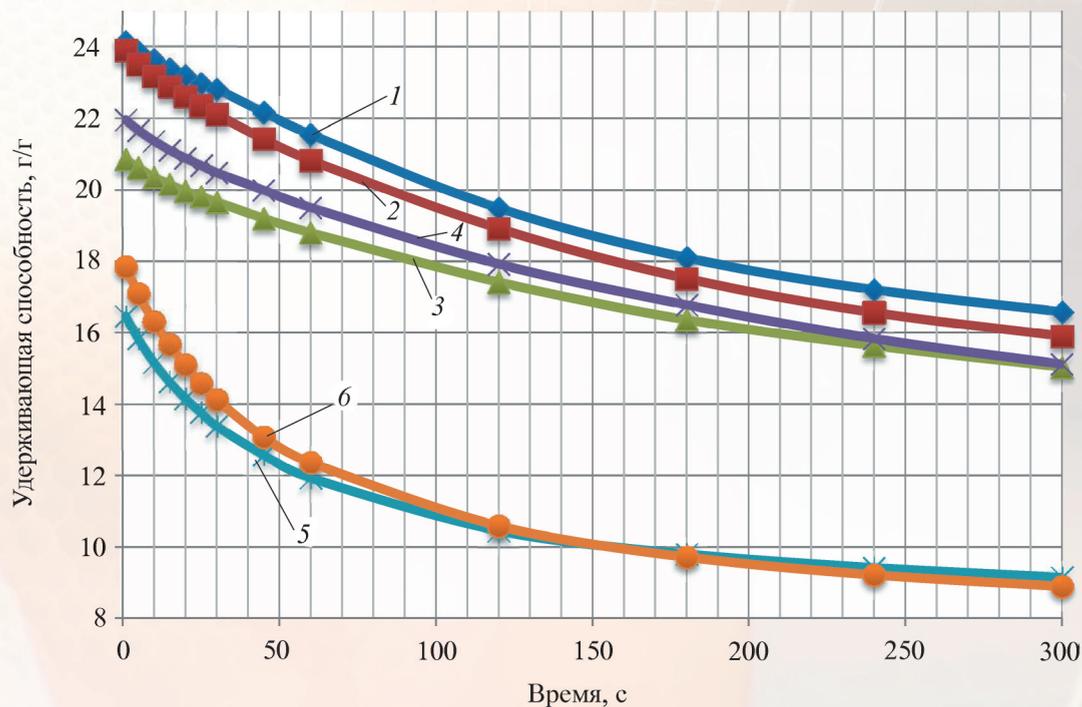


Рис. 3. График зависимости снижения удерживающей способности образцов по дизельному топливу от времени: 1 – образец, сформированный в поле отрицательного разряда; 2 – образец, сформированный в поле отрицательного разряда и обработанный в плазме; 3 – образец, сформированный в поле положительного разряда; 4 – образец, сформированный в поле положительного разряда и обработанный в плазме; 5 – исходный образец; 6 – исходный образец, обработанный в плазме

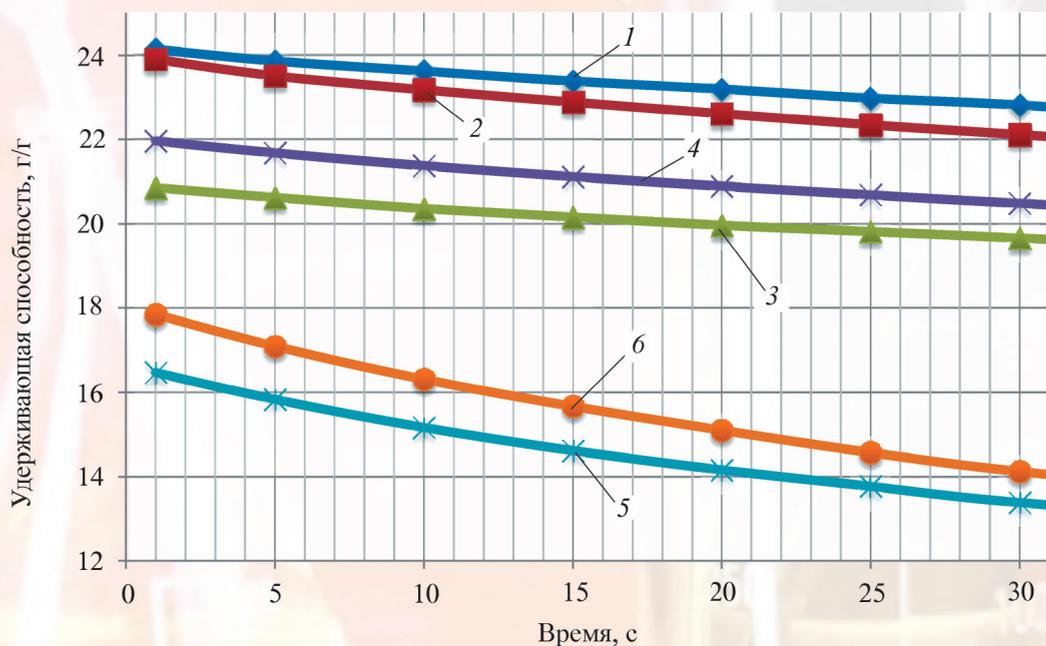
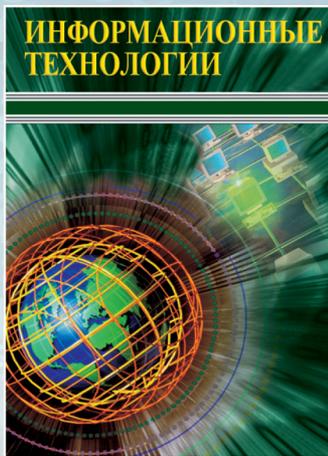


Рис. 4. График зависимости снижения удерживающей способности образцов по дизельному топливу от времени за 30 с: 1 – образец, сформированный в поле отрицательного разряда; 2 – образец, сформированный в поле отрицательного разряда и обработанный в плазме; 3 – образец, сформированный в поле положительного разряда; 4 – образец, сформированный в поле положительного разряда и обработанный в плазме; 5 – исходный образец; 6 – исходный образец, обработанный в плазме

Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

выпускает научно-технические журналы



Научно-практический и учебно-методический журнал

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В журнале освещаются достижения и перспективы в области исследований, обеспечения и совершенствования защиты человека от всех видов опасностей производственной и природной среды, их контроля, мониторинга, предотвращения, ликвидации последствий аварий и катастроф, образования в сфере безопасности жизнедеятельности.

Подписной индекс по Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79963



Ежемесячный теоретический
и прикладной научно-
технический журнал

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития основных направлений в области разработки, производства и применения информационных технологий.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 72656

Междисциплинарный
теоретический и прикладной
научно-технический журнал

НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития нано- и микросистемной техники, рассматриваются вопросы разработки и внедрения нано микросистем в различные области науки, технологии и производства.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79493



Ежемесячный теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

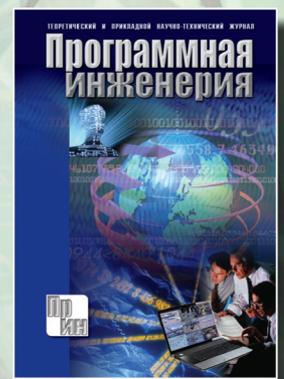
В журнале освещаются достижения в области мехатроники, интегрирующей механику, электронику, автоматику и информатику в целях совершенствования технологий производства и создания техники новых поколений. Рассматриваются актуальные проблемы теории и практики автоматического и автоматизированного управления техническими объектами и технологическими процессами в промышленности, энергетике и на транспорте.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79492

Теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

В журнале освещаются состояние и тенденции развития основных направлений индустрии программного обеспечения, связанных с проектированием, конструированием, архитектурой, обеспечением качества и сопровождением жизненного цикла программного обеспечения, а также рассматриваются достижения в области создания и эксплуатации прикладных программно-информационных систем во всех областях человеческой деятельности.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 22765

Адрес редакции журналов для авторов и подписчиков:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4. Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".
Тел.: (499) 269-55-10, 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10. E-mail: antonov@novtex.ru