

ISSN 1684-6435

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



6(246) 2021

межрегиональная специализированная выставка



САХАПРОМЭКСПО-2021

**НЕДРА ЯКУТИИ. ГОРНОЕ ДЕЛО.
УГОЛЬ МАЙНИНГ. ЗОЛОТОДОБЫЧА.
СПЕЦТЕХНИКА. ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГО.
СВЯЗЬ. БЕЗОПАСНОСТЬ.**

27 - 28 октября г.ЯКУТСК

Организаторы:



**Выставочная компания
Сибэкспосервис**
г. Новосибирск



**Выставочная компания
СахаЭкспоСервис**
г. Якутск

Тел: (383) 3356350

E-mail: vk ses@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.

6(246)
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

Харитонов В. В., Солдатов С. К., Драган С. П., Богомолов А. В., Шешегов П. М., Зинкин В. Н., Соловей Ю. Н. Обоснование требований к средствам коллективной защиты от авиационного шума	3
Гаврикова Е. И. Оценка микробной обсемененности и дезинфекция воздуха производственных помещений отраслей АПК	14
Садыкова И. И., Фомина Е. Е. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний работников компании ТЭК	18
Малинина Е. В., Дубинкин В. А., Маркова Н. Ю., Оганян А. А. Медико-социальные аспекты табакокурения в студенческой среде	24

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Косыгин В. Ю., Катин В. Д., Ахтямов М. Х., Илявин М. В. Применение асимптотической теории экстремальных значений к моделированию рисков возникновения крупных лесных пожаров	31
Тарасов С. В., Пигусов Д. Ю., Ткачев А. С., Тарасова Н. С. Повышение уровня тактической подготовки обучающихся по дисциплине "Пожарная тактика" в высших образовательных учреждениях МЧС России	38

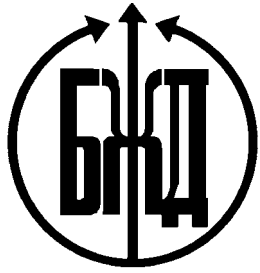
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Двуреченский В. Г., Козыбаева Ф. Е., Бейсеева Г. Б. Особенности содержания тяжелых металлов в растениях, произрастающих под негативным воздействием предприятий цветной металлургии Рудного Алтая	43
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ОБРАЗОВАНИЕ

Закирова Р. Р., Свинцова Н. Ф. Применение 3D-технологий как средства повышения мотивации в образовании	51
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

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.)

6(246)
2021

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Kharitonov V. V., Soldatov S. K., Dragan S. P., Bogomolov A. V., Sheshegov P. M., Zinkin V. N., Solovey Yu. N.** Justification of the Requirements for Collective Protection against Aircraft Noise 3
- Gavrikova E. I.** Microbial Semination Assessment and Air Disinfection of Production Facilities in the Agro Industrial Complex Industries 14
- Sadykova I. I., Fomina E. E.** Risk Factors of Cardiovascular Diseases of Fuel and Energy Sector Employees 18
- Malinina E. V., Dubinkin V. A., Markova N. Yu., Ohanyan A. A.** Medical and Social Aspects of Tobacco Smoking among Students 24

FIRE SAFETY

- Kosygin V. Yu., Katin V. D., Akhtyamov M. H., Ilyavin M. V.** Application of the Asymptotic Theory of Extreme Values to Risk Simulation of Breaking-out of Large Forest Fires 31
- Tarasov S. V., Pigusov D. Yu., Tkachev A. S., Tarasova N. S.** Improving the Level of Tactical Training of Students in the Discipline "Fire Tactics" in Higher Educational Institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia 38

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Dvurechenskij V. G., Kozybayeva F. E., Beiseeva G. B.** Features of the Content of Heavy Metals in Plants Growing under the Negative Impact of Non-Ferrous Metallurgy Enterprises in Rudny Altai 43

EDUCATION

- Zakirova R. R., Svintsova N. F.** Applying 3D Technology as a Means to Increase Motivation in Education 51

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

УДК 628.517

В. В. Харитонов¹, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: haritonovvladimir@yandex.ru,
С. К. Солдатов², д-р мед. наук, проф., вед. науч. сотр.,
С. П. Драган³, д-р техн. наук, зав. лабораторией,
А. В. Богомолов², д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
П. М. Шешегов², д-р мед. наук, ст. науч. сотр.,
В. Н. Зинкин², д-р мед. наук, проф., ст. науч. сотр., **Ю. Н. Соловей**², науч. сотр.

¹ Филиал "Взлет" Московского авиационного института (государственного технического университета), Ахтубинск, Астраханская область

² Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил, Щелково, Московская область

³ Государственный научный центр РФ — Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Обоснование требований к средствам коллективной защиты от авиационного шума

Представлены результаты гигиенических исследований акустической обстановки на рабочих местах инженерно-технического состава государственной авиации, показывающие необходимость разработки и применения средств коллективной защиты от шума. Обоснованы тактико-технические требования к средствам коллективной защиты от шума для авиационных специалистов, включающие требования к системам жизнеобеспечения, защиты и приборного оснащения, требования по безопасности и микроклимату, требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям, требования по эргономике и технической эстетике, требования по акустической эффективности. Приведены данные испытаний двух экспериментальных образцов (одно- и двухмодульный) средств коллективной защиты, которые показали, что они позволяют создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре, влажности, освещенности). Отмечено, что образцы средств коллективной защиты способны обеспечить защиту авиационных специалистов от неблагоприятного действия шума. Предложено внедрить их в повседневную деятельность как средство борьбы с шумом в авиации.

Ключевые слова: авиация, шум, инженерно-технический состав, средства коллективной защиты, требования, звукоизоляция, акустическая эффективность

Введение

Шум является одним из важных неблагоприятных физических факторов, которым подвергаются авиационные специалисты (АС), что подтверждают результаты оценки условий труда [1–3]. Гигиенические исследования показали, что на рабочих местах инженерно-технического состава (ИТС) условия труда по шуму соответствуют вредному и опасному классу. Анкетирование АС показало, что их самочувствие и работоспособность в немалой степени связаны с условиями на стоянке воздушных судов (ВС), причем наиболее значимым вредным фактором является акустический шум [4–6].

Работа ИТС во вредных и опасных условиях по шуму создает риски развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, увеличивает общую заболеваемость, а также способствует снижению работоспособности и надежности действий, поэтому защита от последствий действия авиационного шума является актуальной [7–9].

Борьба с шумом на производстве входит в перечень задач для обеспечения безопасности труда. Она включает различные мероприятия, в том числе организационные, технические, медицинские. Среди них важное место занимают средства защиты от шума [10–13]. В государственной авиации



проблема применения средств защиты от шума как коллективных, так и индивидуальных далека от решения. В настоящее время имеется только одно табельное средство индивидуальной защиты от шума для АС, принятое на снабжение в 2015 г. Однако до сих пор многие авиационные подразделения его не имеют [14]. Табельные средства коллективной защиты (СКЗ) от шума в государственной авиации отсутствуют. В качестве таковых используются различные приспособленные помещения на аэродромах, которые по своим параметрам не соответствуют требованиям, предъявляемым к СКЗ [15, 16].

Цель исследования: определить особенности авиационного шума, сформировать тактико-технические требования к средствам коллективной защиты от шума для государственной авиации и дать оценку результатам их натурных испытаний.

1. Особенности акустической обстановки на рабочих местах авиационных специалистов при обслуживании авиационной техники

Инженерно-технический состав в процессе подготовки ВС к полету подвергается воздействию шума от различных источников (силовой установки ВС, вспомогательного оборудования, аэродромного шума и др.). Считается, что основным источником шума, действующего на ИТС в течение летной смены, являются работающие двигатели ВС в процессе подготовки к полету (прогрев двигателей, руление и др.). Акустическая обстановка на рабочих местах ИТС в процессе летной смены не является постоянной. Периоды "активной" шумовой нагрузки сменяются периодами отдыха и работы в помещениях на стоянке аэродрома ("пассивный" период). Это связано с тем, что на протяжении летной смены ВС в зависимости от вида авиации может совершать до шести вылетов.

Поэтому имеет место несколько периодов запуска и прогрева двигателей перед очередным вылетом ВС. Продолжительность подготовки ВС к вылету для оперативно-тактической авиации составляет 5...10 мин, для дальней авиации — 10...25 мин, для военно-транспортной авиации — 8...15 мин и для армейской авиации — 3...8 мин. В перерывах между выпусками ВС инженерно-технический состав находится в условиях акустического фона аэродрома, который при повседневной летной смене состоит в основном из шумов аэродромной техники и ВС, подготавливаемых к вылету или двигающихся по "рулежке" или находящихся в процессе выполнения полета (взлеты, посадки и пролеты над аэродромом) [17—19].

Акустические параметры шума на рабочих местах ИТС при подготовке ВС государственной авиации к вылету представлены в табл. 1 [1, 2, 4].

Из данных таблицы следует, что уровни звукового давления (УЗД) в октавных полосах инфразвукового (2...16 Гц) и звукового (31,5...8000 Гц) диапазонов колеблются в широких пределах 84...107 дБ и 96...129 дБ соответственно. В большинстве случаев шум превышает 100 дБ, поэтому он должен классифицироваться как высокоинтенсивный шум. Наличие акустических колебаний в обоих диапазонах указывает на его широкополосность. Еще более значимых величин шум достигает при использовании интегральных показателей. Так, общий УЗД (в линейной полосе измерения от 2 до 8000 Гц) составляет 116...130 дБ, а уровень звука — 109...129 дБА. Выше отмечалось, что шумовая нагрузка на ИТС при подготовке ВС к вылету чередуется "активными" и "пассивными" периодами акустической нагрузки, что характеризует шум как переменный. Интегральной характеристикой последнего является эквивалентный уровень звука ($L_{АЭКВ}$). Во всех видах авиации его величина существенно превышала (на 9...31 дБА) предельно допустимый уровень (ПДУ), который

Таблица 1

Параметры шума на рабочих местах ИТС, создаваемого воздушными судами государственной авиации с работающими двигателями при подготовке ВС к полетам

Вид государственной авиации	Диапазон УЗД, дБ, в полосе частот, Гц		Общий УЗД, дБ	Уровень звука, дБА	$L_{АЭКВ}$ за летную смену, дБА
	2...16	31,5...8000			
Дальняя авиация	84...97	101...122	118...123	118...122	96...116
Оперативно-тактическая авиация	93...107	98...129	117...130	109...129	94...118
Военно-транспортная авиация	95...104	96...124	119...126	118...124	105...114
Армейская авиация (вертолеты)	93...105	96...123	116...124	116...123	102...113

Уровни звука, дБА, в зависимости от мощности работы силовой установки ВС различных видов авиации

Вид государственной авиации	Акустический фон аэродрома	Малый газ	80 % номинала	100 % номинала	Форсаж
Оперативно-тактическая авиация	70...96	102...119	107...135	111...138	121...143
Дальняя авиация	60...102	108...126	116...136	118...140	125...145
Военно-транспортная авиация	60...98	104...119	112...130	115...138	—

для ВС государственной авиации установлен 85 дБА.

Динамика уровня звука в зависимости от режима работы силовой установки ВС различных видов авиации представлена в табл. 2.

Из данных таблицы следует, что уровень звука в процессе работы силовой установки ВС меняется в широком диапазоне от 102 дБА при работе двигателя в режиме "малый газ" до 145 дБА — в режиме "форсаж". При производстве полетов ИТС производит осмотр ВС в зоне технического поста, который находится от стартовой позиции ВС приблизительно на расстоянии 35 м (при мощности работы двигателя 60...80 %) и от торца взлетно-посадочной полосы (ВПП) — 250 м (при взлете мощность работы двигателя достигает 100 %). То есть ИТС, находящийся на техническом посту, подвергается воздействию шума, уровень звука которого достигает 130 дБА и выше. На стоянке аэродрома при подготовке ВС к полету ИТС на своих рабочих местах подвергается воздействию шума 102...126 дБА при работе силовой установки, как правило, в режиме "малый газ". В период между вылетами, если ИТС находится на стоянке аэродрома вне помещения, уровень звука составляет 60...102 дБА.

Уровни звукового давления в октавных полосах звукового диапазона на рабочих местах ИТС при работе силовой установки различных типов ВС представлены в табл. 3.

Из данных таблицы следует, что шум, образующийся при работе силовых установок независимо

от вида ВС, широкополосный, так как присутствует во всех октавах звукового диапазона частот от 31,5 до 8000 Гц. В спектре ВС, оснащенных турбореактивными двигателями, максимум спектра приходится на область высоких частот (2000...8000 Гц). Широкополосность шума с максимумом в области высоких частот обусловлена газодинамическим механизмом выхода из сопла двигателей высокотемпературных и высокоскоростных воздушных потоков с последующим их расширением (реактивный шум). Такими двигателями оснащены ВС в оперативно-тактической и в дальней авиации.

Воздушные суда, в которых используются винтовые двигатели, генерируют шум с максимумом в спектре средних (250...500 Гц) и низких частот (31,5...125 Гц) и наличием тонов за счет вращения винтов (винтовой шум). Такими двигателями оснащены ВС военно-транспортной и дальней авиации.

В вертолетах шум генерируется турбореактивными двигателями и вращением винтов (несущего и хвостового), поэтому спектр шума имеет смешанный характер с наличием максимума УЗД в области высоких частот и наличием тонов в области средних и низких частот (вертолетный шум).

Одной из особенностей при подготовке ВС к вылету является необходимость использования вспомогательного оборудования. Последнее в зависимости от вида ВС используется в течение

Таблица 3

Уровни звукового давления в октавных полосах частот при работе силовой установки различных типов ВС

Вид государственной авиации	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Дальняя авиация	82	83	85	82	78	81	98	94	88
Оперативно-тактическая авиация	86	88	88	88	89	98	94	96	98
Военно-транспортная авиация	80	79	80	83	80	77	73	65	50
Армейская авиация (вертолеты)	96	102	96	88	86	84	78	72	72
ПДУ	113	102	97	91	87	85	83	81	80

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения УЗД, превышающие ПДУ



Таблица 4

Параметры шума на рабочих местах ИТС при работе вспомогательного оборудования

Наименование оборудования	Диапазон УЗД, дБ, в полосе частот, Гц		Общий УЗД, дБ	Уровень звука, дБА	Время действия шума в течение летной смены, ч	$L_{\text{Аэкв}}$ за летную смену, дБА
	2...16	31,5...8000				
Аэродромный подвижный электроагрегат	101...103	64...100	110	86	2...7	85
Установка для проверки гидросистем	76...78	78...113	113	113	2...7	107...112
Аэродромный кондиционер	44...66	78...105	106	106	2...7	100...105
Вспомогательная силовая установка	78...79	83...116	120	120	2...6	114...119
Топливо-насосная установка	83...89	80...123	126	126	1...3	117...122

1...3 ч и более. К вспомогательному оборудованию относят транспортные средства, аэродромно-подвижный агрегат, вспомогательная силовая установка, топливо-насосная установка, аэродромный кондиционер, установка для проверки гидросистем, тепловые машины и др. Параметры шума на рабочих местах ИТС при работе вспомогательного оборудования во время обеспечения полетов [1, 2, 4] представлены в табл. 4.

Из данных таблицы следует, что УЗД в октавных полосах инфразвукового (2...16 Гц) и звукового (31,5...8000 Гц) диапазонов колеблется в пределах от 44 до 103 дБ и от 64 до 123 дБ соответственно. Во многих случаях УЗД превышают 100 дБ, поэтому шум должен классифицироваться как интенсивный шум (при УЗД выше 85 дБ) или высокоинтенсивный шум (при УЗД выше 100 дБ). Акустические колебания содержатся в обоих диапазонах, указывая на широкополосность шума. Еще больших величин шум достигает при использовании интегральных показателей. Так, общий УЗД (в линейной полосе измерения от 2 до 8000 Гц) достигает величин 106...126 дБ, а уровень звука — 86...126 дБА. Учитывая периодичность работы вспомогательного оборудования его

эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$ колеблется от 85 до 122 дБА и в большинстве случаев существенно превышает ПДУ (на 15...37 дБА). Необходимо обратить внимание на то, что время работы вспомогательного оборудования в течение летной смены составляет 1...7 ч, т. е. действие шума на ИТС продолжительное.

Уровни звукового давления в октавных полосах на рабочих местах ИТС при работе вспомогательного оборудования представлены в табл. 5.

Из данных таблицы следует, что шум, образующийся при работе вспомогательного оборудования, широкополосный, так как присутствует во всех октавах звукового диапазона частот от 31,5 до 8000 Гц. При работе аэродромного кондиционера, вспомогательной силовой установки и топливо-насосной установки образуется шум, УЗД превышают 100 дБ, т. е. они генерируют высокоинтенсивный шум. Этот шум высокочастотный, так как максимум спектра приходится на область высоких частот. При работе аэродромного подвижного электроагрегата и установки для проверки гидросистем образуется интенсивный шум (УЗД выше 85 дБ).

Из представленных данных следует, что ИТС в процессе профессиональной деятельности

Таблица 5

Уровни звукового давления в октавных полосах частот при работе вспомогательного оборудования

Наименование оборудования	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Аэродромный подвижный электроагрегат	100	96	89	82	81	82	78	70	64
Установка для проверки гидросистем	78	86	89	92	95	93	93	97	113
Аэродромный кондиционер	84	91	99	100	100	105	97	85	78
Вспомогательная силовая установка	83	92	97	96	103	116	113	111	113
Топливо-насосная установка	80	81	94	97	107	123	120	116	112
ПДУ	113	102	97	91	87	85	83	81	80

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения УЗД, превышающие ПДУ

подвергается воздействиям шума из нескольких источников. Большинство источников шума в авиации генерируют высокоинтенсивный шум, что подтверждается высокими УЗД в октавных полосах (более 100 дБ), уровнем звука (более 100 дБА) и эквивалентным уровнем звука (более 100 дБА). Как правило, этот шум широкополосный. В зависимости от вида силовой установки ВС спектр шума имеет специфику: реактивный шум, винтовой шум, вертолетный шум. Шум, образующийся при работе силовых установок и вспомогательного оборудования, в своем спектре имеет инфразвуковую составляющую, УЗД которой часто достигают 100 дБ и выше.

Из этого следует, что авиационный шум (АШ) — это собирательный термин, включающий источники шума, имеющие определенное сходство. К особенностям АШ можно отнести высокую интенсивность, широкополосность, наличие инфразвуковой составляющей, особенности спектра, переменный характер, продолжительное действие с чередованием "активного" периода акустической нагрузки и "пассивного". Следовательно, авиационные специалисты во время обеспечения полетов подвергаются некомпенсированной акустической нагрузке. В первую очередь, это касается ИТС [20, 21]. В соответствии с требованиями по организации полетов инженерно-техническому составу в период между вылетами ВС рекомендуется находиться внутри помещений, обеспечивающих защиту от действия высокоинтенсивного шума. С учетом особенностей авиационного шума средства коллективной защиты должны обеспечить следующее:

- звукоизоляцию внутри помещений не менее чем на 30 дБА;
- широкополосную звукоизоляцию, которая должна быть в области низких частот не менее 10...20 дБ, средних — не менее 20...30 дБ и высоких — более 30 дБ;
- комфортное размещение авиационных специалистов (от 2 до 6 человек) для работы и отдыха на протяжении нескольких часов.

2. Обоснование тактико-технических требований к СКЗ от шума

Одним из важных направлений борьбы с шумом в авиации является применение устройств и сооружений, позволяющих снизить акустическую нагрузку на ИТС. В этих целях рекомендуется применение звукопоглощающих конструкций внутри наземных средств управления, служебных помещений с хорошей звукоизоляцией, шумовых экранов и т. п. Целенаправленные исследования

показали, что в государственной авиации в качестве средств коллективной защиты на аэродромах используются различные сооружения, которые не сертифицированы как СКЗ от шума. Указанные в паспортах помещений величины снижения уровня шума в большинстве случаев не достигают требуемых значений [10, 12, 15].

Основными особенностями организации работы ИТС на стоянке аэродрома государственной авиации являются:

- плотное размещение ВС на ограниченной площади (стоянке аэродрома);
- необходимость работы с документацией на стоянке;
- неблагоприятное влияние погодных условий;
- размещения в помещении одновременно нескольких человек;
- соблюдение требований по эргономике.

Основным способом организационно-технической защиты ИТС является нормирование длительности рабочей смены, под которой понимается обязательное ограничение продолжительности работы в условиях шума, превышающего ПДУ, а также обязательное использование средств защиты от шума при действии шума выше ПДУ. Надо учитывать, что на аэродроме можно подвергаться шумовому воздействию не находясь вблизи источника шума, вследствие попадания в шумовую зону соседних или взлетающих ВС. Поэтому для снижения вредного шумового действия необходимо рассредоточение ВС. Обслуживающему персоналу следует избегать нахождения в местах повышенной шумности без особой необходимости. Даже непродолжительное пребывание в тишине после шумового воздействия обеспечивает органу слуху необходимый отдых и восстановление его чувствительности. Поэтому важной задачей является создание на аэродроме служебных помещений с хорошей звукоизоляцией и возможностью обеспечить оптимальные микроклиматические условия для ИТС независимо от погодных условий.

Используемые в настоящее время на аэродромах помещения для ИТС не позволяют выполнить мероприятия, связанные с защитой человека от авиационного шума, и они не оборудованы всем необходимым для отдыха и работы. По конструктивным, техническим и эргономическим характеристикам используемые на аэродроме помещения не являются табельными средствами коллективной защиты от авиационного шума [12, 15, 22].

Для коллективной защиты инженерно-технического состава от шума должны использоваться



специальные шумозащитные сооружения. Разработаны защитные аэродромные модули по типу контейнеров (сборно-разборные сооружения), обеспечивающих комфортные акустические и социально-бытовые условия для ИТС в периодах между вылетами ВС. Конструкция модулей дифференцируется в зависимости от характера работы авиационных специалистов, принимающих участие в обеспечении полетов. Далее приведены основные технические требования к средствам коллективной защиты (СКЗ), сгруппированные по назначению.

Общие требования:

— СКЗ должно обеспечивать условия жизнедеятельности, сохраняющие военно-профессиональную работоспособность в повседневных условиях и условиях деятельности ИТС при подготовке к полетам, ремонтных работах и обслуживании ВС;

— для защиты от шума в состав сооружения должен входить основной блок с одним (двумя) рабочими помещениями, тамбур и кладовая, соединяемые с основным блоком проемами с герметическими дверями и окнами; объем рабочего помещения — 28 м³, количество персонала — до 6—8 человек;

— для размещения персонала рабочие помещения должны быть оборудованы мебелью для работы (столы, стулья); для экономии пространства они могут быть откидными или съемными;

— СКЗ должно выдерживать механические воздействия при транспортировании всеми видами транспорта на любые расстояния;

— внешние размеры сооружений СКЗ должны соответствовать требованиям для подвижных средств, подлежащих перемещению различными видами транспорта (автомобильный, железнодорожный).

Требования к системам жизнеобеспечения, защиты и приборного оснащения, включающим:

- систему вентиляции помещений;
- средства пожаротушения;
- средства освещения и электропитания;
- биотуалет.

Требования по звукоизоляции, акустической эффективности и расположению:

— при проектировании, строительстве и эксплуатации СКЗ необходимо руководствоваться требованиями СНиП 23-03-2003 "Защита от шума";

— СКЗ должно иметь на входе изолированный тамбур, окна должны быть оборудованы стеклопакетами (по типу триплекса), стены помещения должны быть многослойными с использованием сэндвич-панелей с высокой неоднородностью звукопоглощения;

— величины шума на рабочих местах не должны мешать выполнению профессиональных обязанностей, непосредственной речевой и громкоговорящей связи, вызывать отрицательные субъективные ощущения и ухудшение самочувствия.

В табл. 6 представлены рекомендуемые уровни звука и УЗД внутри СКЗ различного предназначения:

допустимый уровень устанавливается для СКЗ при оборудовании технических постов в торцах взлетной полосы аэродрома и площадок для проведения испытания двигателей после ремонтно-регламентных работ, время пребывания в СКЗ авиационных специалистов не должно превышать нескольких часов;

оптимальный уровень следует использовать для СКЗ при оборудовании стоянок на аэродроме; они должны использоваться авиационными специалистами (техническими и летными) в течение всей летной смены для работы и отдыха;

— СКЗ должно располагаться от объектов авиационной техники, являющихся источником высокоинтенсивного шума, на удалении, обеспечивающим уровень звука и УЗД внутри СКЗ согласно данным табл. 6; для ВС оперативно-тактического назначения и армейской авиации расстояние должно быть не более 50 м, а для военно-транспортной авиации и дальней авиации — не более 70 м.

Требования по безопасности и микроклимату:

— в рабочем отсеке СКЗ должны обеспечиваться санитарные нормы по микроклиматическим

Таблица 6

Уровни звука и уровни звукового давления внутри СКЗ

Уровень шума в СКЗ	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимый	107	95	87	82	78	75	73	71	69	85
Оптимальный	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

условиям; для обеспечения теплового режима допускается использование воздушных электроотопителей (при этом все приборы, питающиеся от электросети, должны быть заземлены);

— планировка и обустройство рабочего помещения СКЗ должны соответствовать требованиям пожарной безопасности, в рабочем отсеке должны быть огнетушитель и медицинская аптечка;

— системы жизнеобеспечения в части системы отопления, температурного режима, системы кондиционирования СКЗ должны соответствовать пунктам 4.1.4.2—4.1.4.4., 4.1.4.7 ГОСТ РВ 52047—2003.

Требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям:

— внешние покрытия помещений СКЗ должны допускать наружную дегазацию, дезактивацию, дезинфекцию табельными средствами, при этом защитные покрытия должны быть стойкими к воздействию веществ, применяемых при указанных видах обработки; при применении раствора № 1 по ГОСТ РВ 20.39.304—98, при необходимости, допускается подкрашивать внешнюю поверхность СКЗ;

— конструкция сооружения СКЗ должна удовлетворять требованиям ГОСТ РВ 20.39.304—98 (наземные средства — группы 1.3, климатическое исполнение "о") и обеспечивать работу в любое время года и суток в условиях солнечной радиации, осадков, инея и росы, морского тумана, при температуре окружающего воздуха от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Требования по эргономике и технической эстетике:

— при разработке СКЗ надо учитывать антропометрические, физиологические и гигиенические свойства человека в системе "человек — изделие".

3. Результаты испытаний и оценки акустической эффективности экспериментальных образцов СКЗ

Программа испытаний СКЗ предусматривала проведение испытаний двух образцов СКЗ на соответствие тактико-техническим требованиям по эргономическим и санитарно-гигиеническим показателям, направленным на повышение эффективности деятельности и сохранение здоровья работников ИТС. Основными задачами испытаний являлись:

оценка эргономических качеств (микроклимат, давление, освещенность) образцов СКЗ в процессе испытаний в натуральных условиях;

проведение анализа влияния СКЗ на функциональное состояние ИТС;

оценка акустической эффективности СКЗ;
разработка рекомендаций по устранению выявленных недостатков.

На испытания были представлены два вида СКЗ: одно- и двухмодульный, выполненные по типу контейнеров, что создавало удобства для быстрого их перемещения и транспортировки различными видами транспорта.

Проведенные испытания экспериментальных образцов разработанных сооружений СКЗ показали, что все приведенные выше требования к СКЗ по защите от шума были выполнены. Образцы СКЗ позволяют создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре, влажности, освещенности). Оцениваемым интегральным показателем является эргономичность изделия (определяется коэффициентом качества изделия). Для разработанных СКЗ при проведении испытаний коэффициент качества составил для одномодульного СКЗ — 0,88, двухмодульного — 0,86, что соответствует отличному уровню качества [18, 19].

Акустическая эффективность СКЗ проверялась непосредственно на аэродроме при проведении полетов с помощью одномодульного контейнера (СКЗ), предназначенного для оборудования технических постов на аэродромах, где осуществляется последний осмотр ВС с работающей силовой установкой перед вырубиванием ВС на ВПП. Расстояние от контейнера до стартовой позиции ВС составляло 35 м, а до ВПП — 250 м. Стойка с микрофоном стояла в 5 м от внешней стенки СКЗ напротив стартовой позиции ВС, другие микрофоны — внутри помещения СКЗ (в центре и по краям). Измерения проводили при техническом осмотре ВС, во время их взлета и пролета над СКЗ при посадке.

Двухмодульный контейнер предназначен для оборудования площадки, где проводится испытание двигателя ВС после ремонтно-регламентных работ, а также для работы и отдыха ИТС на стоянке аэродрома. Расстояние от СКЗ до ВС составляло 30 м. Использовали два канала для измерения акустических параметров, которые располагали аналогично как в первом случае. Результаты измерений акустической эффективности СКЗ приведены в табл. 7.

Из данных таблицы следует, что разница измерений УЗД снаружи и внутри СКЗ в одномодульном СКЗ находится в пределах от 16 до 50 дБ в октавных полосах и 28 дБА по уровню звука, что свидетельствует о хорошей звукоизоляции в помещении СКЗ. В двухмодульном СКЗ диапазон



Таблица 7

Результаты измерений акустической эффективности СКЗ

Место измерения	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Одномодульный СКЗ										
Снаружи	95	96	103	105	104	100	97	92	85	106
Внутри	79	79	87	82	78	63	57	45	35	78
$K_{звн}$	16	17	16	23	26	37	40	47	50	28
Двухмодульный СКЗ										
Снаружи	93	96	97	101	103	101	97	93	88	105
Внутри	79	77	74	80	78	66	61	52	45	77
$K_{звн}$	14	19	23	21	25	35	36	41	43	28

Примечание: $K_{звн}$ — коэффициент звукоизоляции: это разница между величиной уровня звука снаружи и внутри СКЗ

колебаний между УЗД снаружи и в помещении составил 14...43 дБ и 28 дБА по уровню звука. Обращает на себя внимание, что значение $K_{звн}$ у обоих типов СКЗ колебалась в достаточно широком диапазоне. Наименьшие значения он имел в области низких частот (31,5...125 Гц) от 14 до 17 дБ. В области средних частот (250...500 Гц) величина $K_{звн}$ увеличилась до 21...26 дБ. Максимальных значений (35...50 дБ) он достиг в области высоких частот (1000...8000 Гц).

Таким образом, величина звукоизоляции обоих СКЗ практически не отличалась. Интегральная величина $K_{звн}$ по уровню звука у обоих СКЗ составила 28 дБА. Звукоизоляция СКЗ зависела от частотного спектра шума. В области низких частот она имела наименьшие значения.

Для проверки стационарности процесса и получения статистических зависимостей были проведены многократные измерения снаружи и внутри одномодульного СКЗ при разных уровнях звука снаружи (при взлете, посадке, стоянке на

техническом посту). Результаты измерений приведены в табл. 8.

Из данных таблицы следует, что уровень звука снаружи СКЗ колебался от 84 до 108 дБА, внутри СКЗ — от 55 до 78 дБА. При этом значение $K_{звн}$ находилось в пределах 22...41 дБА, а среднеарифметическое значение составило 29,7 дБА. В семи опытах уровень звука соответствовал оптимальному уровню шума в помещении (уровень звука не более 65 дБА). В пяти опытах уровень звука соответствовал допустимому уровню шума (уровень звука не более 85 дБА).

Исследование корреляционной связи между уровнями звука снаружи и внутри СКЗ показало, что коэффициент корреляции ($r = 0,737$, $p < 0,05$) был высокий, т. е. связь между уровнями звука была прямая и сильная. С помощью регрессионного анализа получено уравнение, показывающее наличие прямолинейной зависимости между уровнями звука внутри СКЗ и снаружи (см. табл. 8). Регрессионная модель позволила

Таблица 8

Показатели надежности звукоизоляции одномодульного СКЗ

Параметр	Номер измерения											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Уровень звука снаружи, дБА	96	87	90	104	94	94	108	93	106	84	92	105
Уровень звука внутри, дБА	60	65	64	76	58	63	67	68	78	55	65	78
$K_{звн}$	36	22	26	28	36	31	41	25	28	29	27	27
Коэффициент корреляции	$r = 0,737 \quad p < 0,05$											
Уравнение регрессии	$Y = 0,80X - 10,77$											

определить максимальные уровни звука, при которых внутри СКЗ не будет превышен допустимый (85 дБА) и оптимальный уровень (65 дБА). Расчет показал, что допустимый уровень звука в СКЗ будет соответствовать уровню звука снаружи 120 дБА, а оптимальный — 95 дБА. Если уровень звука снаружи будет превышать эти значения, то улучшить звукоизоляцию СКЗ можно увеличением расстояния от источника внешнего шума либо применением шумового экрана.

Таким образом, проведенные испытания показали, что оба типа экспериментальных СКЗ обладают достаточной звукоизоляцией, чтобы обеспечить защиту ИТС от неблагоприятного действия АШ. Величина $K_{звн}$ в области низких частот была 14...17 дБ, в области средних частот 21...26 дБ и в области высоких частот 35...50 дБ, а по уровню звука она составила 28 дБА.

Заключение

Одной из особенностей авиации является большое количество источников шума (аэродромный шум, силовые установки основные и вспомогательные, техническое оборудование, автомобили и др.). Основным источником шума на рабочих местах АС являются силовые установки ВС. Среди АС инженерно-технический состав подвергается наиболее высокой акустической нагрузке. Авиационный шум имеет специфические особенности (высокая интенсивность, широкополосность, наличие инфразвука и др.), что позволило сформировать тактико-технические требования к СКЗ от АШ. Они должны включать требования к системам жизнеобеспечения, защиты и приборного оснащения, требования по безопасности и микроклимату, требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям, требования по эргономике и технической эстетике, требования по акустической эффективности. В соответствии с этими требованиями были созданы экспериментальные образцы СКЗ от шума (одно- и двухмодульный), которые предназначены для оборудования стоянок на аэродроме, технических постов и площадок для испытания авиационных двигателей.

Была разработана программа испытаний образцов СКЗ в натуральных условиях в процессе повседневной летной деятельности. Испытания показали, что образцы соответствуют разработанным тактико-техническим требованиям к СКЗ от АШ. Они позволяют создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре,

влажности, освещенности). Значения коэффициента качества СКЗ составили: для одномодульного изделия — 0,88; для двухмодульного изделия — 0,86, что соответствует отличному уровню качества. Образцы СКЗ способны обеспечить надежную защиту ИТС от негативного действия АШ. Они имели акустическую эффективность во всем диапазоне звуковых частот, а коэффициент звукоизоляции по уровню звука составил 28 дБА.

Средства коллективной защиты от АШ должны быть внедрены в повседневную деятельность как эффективное средство борьбы с шумом в авиации, что позволит снизить риск заболеваний, будет способствовать оптимальной работоспособности и надежности действия авиационных специалистов.

Несмотря на положительные результаты испытаний, образцы СКЗ от шума в настоящее время не приняты на снабжение государственной авиации, что создает предпосылки к инцидентам при обслуживании авиационной техники и является причиной ухудшения здоровья авиационных специалистов. Отсутствие и недостаточное количество средств защиты от шума (коллективных и индивидуальных) в государственной авиации указывает на недостаточно эффективную работу по борьбе с шумом.

Список литературы

1. Солдатов С. К., Зинкин В. Н., Богомолов А. В. и др. Фундаментальные и прикладные аспекты авиационной медицинской акустики. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. — 216 с.
2. Зинкин В. Н., Шешегов П. М. Современные проблемы шума в авиации // Проблемы безопасности полетов. — 2014. — № 5. — С. 3—25.
3. Шешегов П. М., Зинкин В. Н., Сливина Л. П. Авиационный шум как ведущий фактор, влияющий на заболеваемость и профессиональные риски у инженерно-авиационного состава // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2018. — Т. 52, № 3. — С. 62—68.
4. Зинкин В. Н., Свидовый В. И., Солдатов С. К. и др. Гигиеническая оценка акустической обстановки на рабочих местах инженерно-технического состава авиации // Безопасность жизнедеятельности. — 2006. — № 12. — С. 6—9.
5. Зинкин В. Н., Солдатов С. К., Афанасьев Р. В. и др. Гигиенический анализ труда работников авиационных заводов и пути улучшения акустической обстановки // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2008. — Т. 42, № 3. — С. 43—49.
6. Люцкий К. М., Зинкин В. Н., Афанасьев Р. В., Делалов Н. Н. Влияние профессиональных факторов на заболеваемость летного и инженерно-технического состава военно-транспортной авиации // Военно-медицинский журнал. — 2008. — Т. 329, № 9. — С. 50—52.



7. Благинин А. А., Калтыгин М. В., Синельников С. Н., Дергачев В. Б. Влияние индивидуальных психологических операторов на изменение функционального состояния при действии авиационного шума // Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2011. — № 4 (36). — С. 97—100.
8. Чубаров И. В., Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М. и др. Психологический статус рабочих, подвергающихся воздействию шума // Гигиена и санитария. — 1999. — № 2. — С. 16—19.
9. Шешегов П. М., Сливина Л. П., Зинкин В. Н. Значение авиационного шума в риске развития профессиональной патологии у летно-подъемного состава маневренной авиации Военно-воздушных сил // Медицина труда и промышленная экология. — 2020. — Т. 60, № 4. — С. 268—274.
10. Солдатов С. К., Зинкин В. Н., Кукушкин Ю. А. и др. Современные средства и методы защиты от авиационного шума // Проблемы безопасности полетов. — 2013. — № 8. — С. 21—35.
11. Зинкин В. Н., Солдатов С. К., Драган С. П. и др. Акустическая безопасность летного и инженерно-технического состава государственной авиации // Национальная безопасность. — 2017. — № 4. — С. 19—35.
12. Харитонов В. В., Богомолов А. В., Шешегов П. М., Зинкин В. В. Обоснование комплексной защиты инженерно-технического состава авиации от шума // Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Санкт-Петербург, 2019. — С. 696—709.
13. Солдатов С. К., Богомолов А. В., Зинкин В. Н., Драган С. П. Проблемы обеспечения акустической безопасности персонала авиационной промышленности // Безопасность труда в промышленности. — 2014. — № 10. — С. 58—60.
14. Зинкин В. Н., Шешегов П. М., Сливина Л. П. Обоснование выбора средств индивидуальной защиты от шума для инженерно-авиационных специалистов государственной авиации // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 7. — С. 54—59.
15. Харитонов В. В. Оценка акустической эффективности средств коллективной защиты инженерно-технического состава Военно-воздушных сил РФ // Санэпидконтроль. — 2015. — № 3. — С. 64—72.
16. Харитонов В. В., Абрамов С. П., Зинкин В. Н., Солдатов С. К. Эргономическая экспертиза новых образцов средств коллективной защиты от авиационного шума // Проблемы безопасности полетов. — 2014. — № 9. — С. 20—26.
17. Пенчученко В. В., Харитонов В. В., Шешегов П. М. и др. Системный анализ акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов // Вопросы безопасности. — 2016. — № 6. — С. 36—51.
18. Балык О. А., Шешегов П. М., Харитонов В. В. и др. Источники высокоинтенсивного шума и инфразвука в Вооруженных Силах Российской Федерации (часть первая) // Вопросы оборонной техники. Технические средства противодействия терроризму. Серия 16. — 2018. — № 3-4 (117-118). — С. 139—147.
19. Дворянчиков В. В., Ахметзянов И. М., Миронов В. Г. и др. Особенности акустической обстановки при эксплуатации объектов вооружения и военной техники в Вооруженных силах Российской Федерации // Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2018. — № 3 (63). — С. 150—110.
20. Харитонов В. В., Зинкин В. Н., Драган С. П., Скураторский Н. Н. Механизмы формирования шума на рабочих местах авиационных специалистов воздушных судов государственной авиации // Проблемы безопасности полетов. — 2018. — № 10. — С. 1—17.
21. Харитонов В. В., Кленков Р. Р., Пенчученко В. В. и др. Авиационный шум и риски снижения надежности действий летного состава // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 1. — С. 32—38.
22. Кукушкин Ю. А., Солдатов С. К., Сомов М. В. и др. Методика эргономической экспертизы средств коллективной защиты от авиационного шума // Вопросы безопасности. — 2018. — № 2. — С. 60—71.

V. V. Kharitonov¹, Associate Professor, e-mail: haritonovvladimir@yandex.ru,
S. K. Soldatov², Professor, Leading Researcher, S. P. Dragan³, Head of Laboratory,
A. V. Bogomolov², Senior Researcher, P. M. Sheshegov², Senior Researcher,
V. N. Zinkin², Professor, Senior Researcher, Yu. N. Solovey², Researcher
¹ "Take-off" Branch of Moscow Aviation Institute (State Technical University),
Akhtubinsk, Astrakhan Region
² Central Research Institute of the Air Force, Shchelkovo, Moscow Region
³ SSC Research Center named after them. A. I. Burnazyan of Federal Medical
and Biological Agency Russia, Moscow

Justification of the Requirements for Collective Protection against Aircraft Noise

The object of the study was experimental samples of collective protection against aircraft noise. The purpose of the work: to determine the features of aircraft noise, to form tactical and technical requirements for collective noise protection equipment for state aviation and to evaluate the results of their field tests. The article presents the results of hygienic studies of the acoustic environment at the workplaces of the engineering and technical staff of the state aviation, showing the need to develop and use collective noise protection equipment. The article substantiates the tactical and technical requirements for collective noise protection equipment for aviation

specialists, including requirements for life support systems, protection and instrument equipment, requirements for safety and microclimate, requirements for survivability and resistance to external influences, requirements for ergonomics and technical aesthetics, requirements for acoustic efficiency. The tests of two experimental samples (one - and two-module) of collective protection equipment showed that they allow creating optimal microclimatic conditions (in terms of temperature, humidity, and light). The values of the quality coefficient of the developed means of collective protection were: for a single — module product-0.88; for a two-module product-0.86, which corresponds to an excellent level. Acoustic efficiency in reducing the noise level was observed in the entire range of sound frequencies. The sound insulation coefficient was 30 dBA. Samples of collective protective equipment can provide protection for aviation specialists from the adverse effects of noise. They should be implemented in everyday activities as a means of combating noise in aviation.

Keywords: aviation, noise, engineering and technical personnel, collective protection equipment, requirements, sound insulation, acoustic efficiency

References

1. Soldatov S. K., Zinkin V. N., Bogomolov A. V. et al. Fundamental'nye i prikladnye aspekty aviacionnoj medicinskoj akustiki. Moscow: FIZMATLIT, 2019. 216 p.
2. Zinkin V. N., Sheshegov P. M. Sovremennye problemy shuma v aviatsii. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2014. No. 5. P. 3—25.
3. Sheshegov P. M., Zinkin V. N., Slivina L. P. Aviacionnyj shum kak vedushchij faktor, vliyayushchij na zaboлеваemost' i professional'nye riski u inzhenerno-aviacionnogo sostava. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya medicina*. 2018. Vol. 52, No. 3. P. 62—68.
4. Zinkin V. N., Svidovij V. I., Soldatov S. K. et al. Gigienicheskaya ocenka akusticheskoy obstanovki na rabochih mestah inzhenerno-tekhnicheskogo sostava aviatsii. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2006. No. 12. P. 6—9.
5. Zinkin V. N., Soldatov S. K., Afanas'ev R. V. et al. Gigienicheskij analiz truda rabotnikov aviaremontnyh zavodov i puti uluchsheniya akusticheskoy obstanovki. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya medicina*. 2008. Vol. 42, No. 3. P. 43—49.
6. Lyuckij K. M., Zinkin V. N., Afanas'ev R. V., Dellalov N. N. Vliyanie professional'nyh faktorov na zaboлеваemost' letnogo i inzhenerno-tekhnicheskogo sostava voenno-transportnoj aviatsii. *Voенно-медический журнал*. 2008. Vol. 329, No. 9. P. 50—52.
7. Blagin A. A., Kaltygin M. V., Sinel'nikov S. N., Der-gachev V. B. Vliyanie individual'nyh psihologicheskikh operatorov na izmenenie funkcional'nogo sostoyaniya pri dejstvii aviacionnogo shuma. *Vestnik Rossijskoj voенно-медической академии*. 2011. No. 4 (36). P. 97—100.
8. Chubarov I. V., Zinkin V. N., Ahmetzyanov I. M. et al. Psihologicheskij status rabochih, podvergayushchihsya vozdeystviyu shuma. *Gigiena i sanitariya*. 1999. No. 2. P. 16—19.
9. Sheshegov P. M., Slivina L. P., Zinkin V. N. Znachenie aviacionnogo shuma v riske razvitiya professional'noj patologii u letno-pod'emnogo sostava manevrennoj aviatsii Voенно-vozdushnyh sil. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020. Vol. 60, No. 4. P. 268—274.
10. Soldatov S. K., Zinkin V. N., Kukushkin Yu. A. et al. Sovremennye sredstva i metody zashchity ot aviacionnogo shuma. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2013. No. 8. P. 21—35.
11. Zinkin V. N., Soldatov S. K., Dragan S. P. et al. Akusticheskaya bezopasnost' letnogo i inzhenerno-tekhnicheskogo sostava gosudarstvennoj aviatsii. *Nacional'naya bezopasnost'*. 2017. No. 4. P. 19—35.
12. Haritonov V. V., Bogomolov A. V., Sheshegov P. M., Zinkin V. V. Obosnovanie kompleksnoj zashchity inzhenerno-tekhnicheskogo sostava aviatsii ot shuma. *Zashchita ot povyshennogo shuma i vibratsii: Sbornik dokladov VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Saint-Petersburg, 2019. P. 696—709.
13. Soldatov S. K., Bogomolov A. V., Zinkin V. N., Dragan S. P. Problemy obespecheniya akusticheskoy bezopasnosti personala aviacionnoj promyshlennosti. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2014. No. 10. P. 58—60.
14. Zinkin V. N., Sheshegov P. M., Slivina L. P. Obosnovanie vybora sredstv individual'noj zashchity ot shuma dlya inzhenerno-aviacionnyh specialistov gosudarstvennoj aviatsii. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2020. No. 7. P. 54—59.
15. Haritonov V. V. Ocenka akusticheskoy effektivnosti sredstv kollektivnoj zashchity inzhenerno-tekhnicheskogo sostava Voенно-vozdushnyh sil RF. *Sanepidkontrol'*. 2015. No. 3. P. 64—72.
16. Haritonov V. V., Abramov S. P., Zinkin V. N., Soldatov S. K. Ergonomicheskaya ekspertiza novyh obrazcov sredstv kollektivnoj zashchity ot aviacionnogo shuma. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2014. No. 9. P. 20—26.
17. Penchuchenko V. V., Haritonov V. V., Sheshegov P. M. et al. Sistemnyj analiz akusticheskoy bezopasnosti professional'noj deyatel'nosti aviacionnyh specialistov. *Voprosy bezopasnosti*. 2016. No. 6. P. 36—51.
18. Balyk O. A., Sheshegov P. M., Haritonov V. V. et al. Istochniki vysokointensivnogo shuma i infrazvuka v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federatsii (chast' pervaya). *Voprosy oboronnoy tekhniki. Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu. Seriya 16*. 2018. No. 3—4 (117—118). P. 139—147.
19. Dvoryanchikov V. V., Ahmetzyanov I. M., Mironov V. G. et al. Osobennosti akusticheskoy obstanovki pri ekspluatatsii ob'ektov vooruzheniya i voенной tekhniki v Vooruzhennyh silah Rossijskoj Federatsii. *Vestnik Rossijskoj voенно-медической академии*. 2018. No. 3 (63). P. 150—110.
20. Haritonov V. V., Zinkin V. N., Dragan S. P., Skurator-skij N. N. Mekhanizmy formirovaniya shuma na rabochih mestah aviacionnyh specialistov vozdushnyh sudov gosudarstvennoj aviatsii. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2018. No. 10. P. 1—17.
21. Haritonov V. V., Klenkov R. R., Penchuchenko V. V. et al. Aviacionnyj shum i riski snizheniya nadezhnosti dejstvii letnogo sostava. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 1. P. 32—38.
22. Kukushkin Yu. A., Soldatov S. K., Somov M. V. et al. Metodika ergonomicheskoy ekspertizy sredstv kollektivnoj zashchity ot aviacionnogo shuma. *Voprosy bezopasnosti*. 2018. No. 2. P. 60—71.



УДК 331.45

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

Оценка микробной обсемененности и дезинфекция воздуха производственных помещений отраслей АПК

Указаны факторы, влияющие на снижение иммунной реактивности организма работников АПК. Отмечена роль повышенной микробной обсемененности в предрасположенности к заболеваниям с временной утратой трудоспособности. Показана необходимость дальнейшего изучения физиологии микроорганизмов в связи с исследованием ингибирующего действия новых эффективных составов дезинфекционных композиций. Названо приоритетное направление в этой области — исследование процессов развития резистентности к средствам дезинфекции, которые приводят к снижению эффективности санитарных мероприятий. Рассмотрено исследование по введению в состав биоцидных композиций препаратов серебра, обладающих противогрибковыми и антибактериальными свойствами. С учетом известных разработок предложено средство для бактерицидной обработки воздуха.

Ключевые слова: временная нетрудоспособность, параметры микроклимата, обеззараживание воздуха, дезинфекция помещений

Введение

Вредные условия труда, а именно неблагоприятные параметры микроклимата производственных помещений, в том числе повышенная микробная обсемененность воздуха рабочей зоны, приводят к потенциальному развитию общих и профессиональных заболеваний работников сельского хозяйства, а также временной или впоследствии стойкой потери их трудоспособности [1, 2]. В связи с этим актуальной задачей в сфере охраны труда является направленный поиск активных соединений и веществ для борьбы с микробным обсеменением.

Отечественный рынок в настоящее время недостаточно широко представлен малотоксичными и безопасными в экологическом отношении средствами для дезинфекции. Одной из проблем современной дезинфектологии является изучение резистентного поведения микроорганизмов по отношению к средствам их полного или селективного уничтожения [3, 4].

Микробная гетерогенность связана с разным уровнем чувствительности к дезинфектантам. В частности, известна ограниченная восприимчивость порядка 19 % культур микроорганизмов к композиционным средствам, содержащим четвертичные аммониевые соединения [5, 6]. К хлорсодержащим препаратам, напротив, штаммы практически всех микробов проявляют абсолютную чувствительность.

В отечественной и зарубежной литературе все чаще публикуются данные об устойчивости микроорганизмов к ряду антибиотиков, даже к тем, с которыми они ранее не контактировали [7–9]. В составе большинства используемых препаратов действующим веществом является хлор, представляющий опасность для здоровья человека, служащий причиной возникновения коррозии при контакте с металлическими частями оборудования и наносящий вред экологии.

Бактериостатические дозы часто используемых дезинфектантов в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий приводят к появлению популяций клеток, сохраняющих жизнеспособность после взаимодействия с данными средствами. Кроме того, существенно усложняется биоиндикация микроорганизмов вследствие мутации их морфологических и культуральных признаков.

Цель исследования — провести анализ воздуха на присутствие в нем биологических примесей, изучить действие предложенного состава для дезинфекции.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в помещениях АО АПК "Орловская Нива" СП "Комплекс по производству молока Сабурово" Орловской области. Общую микробную обсемененность определяли по оригинальной методике [10]. Производили отбор

проб воздуха для определения его бактериального загрязнения до и после дезинфекции. Полученные пробы термостатировали, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц (далее — КОЕ), содержащихся в 1 м^3 воздуха.

Результаты исследования

В качестве питательной среды для посева использовали 1 %-ный стерильный раствор глюкозы на 0,9 %-ном водном растворе хлорида натрия. Питательную среду вводили в поглотитель Зайцева, соединенный с аспиратором "Бриз-1". Аспиратор включали на 15 мин в рабочей зоне закрытого помещения. Проходящая через раствор глюкозы микрофлора воздуха задерживалась в растворе, который затем помещали в пробирку и термостатировали при температуре 37°C в течение 2 ч.

При заданном температурном режиме микробы усваивали глюкозу и выделяли кислые продукты жизнедеятельности, которые привели к изменению электропроводности раствора. Затем измеряли электропроводность раствора датчиком KDS-1038. Численность микроорганизмов в воздухе рабочей зоны определяли по графику эмпирической зависимости электропроводности раствора от числа микробов (рис. 1), построенному по значениям, полученным опытным путем.

Продолжительность предлагаемого способа определения численности микроорганизмов в воздухе составляет 4 часа 20 мин, что значительно меньше времени, которое затрачивается при использовании стандартных методик. При

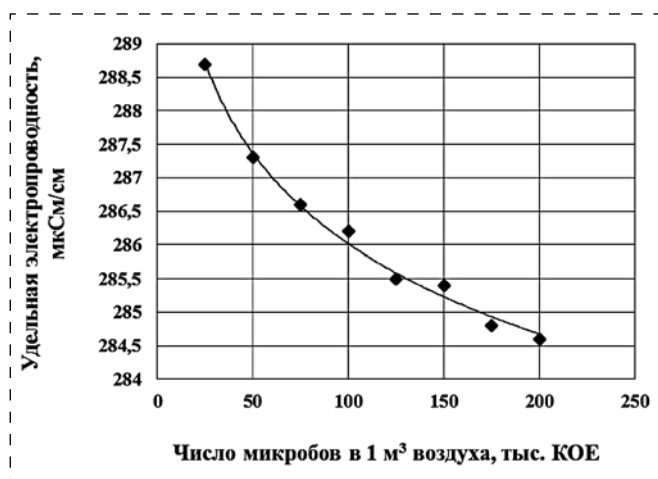


Рис. 1. Зависимость электропроводности раствора от числа микробов в воздухе

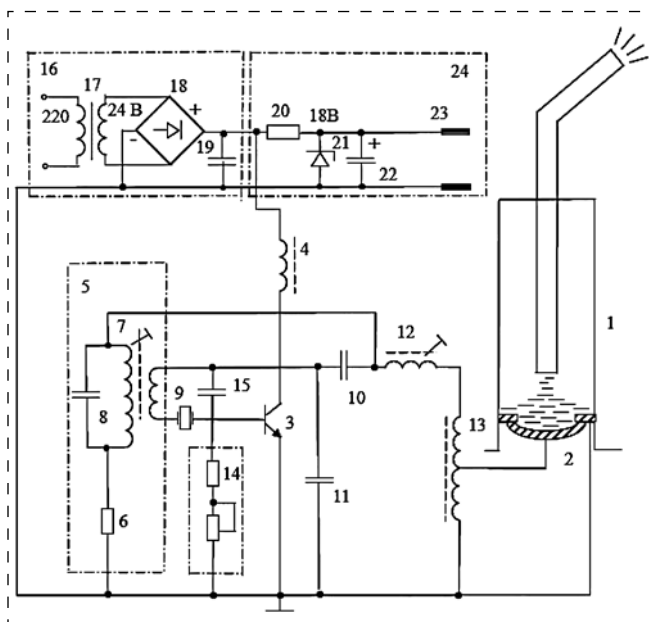


Рис. 2. Схема устройства для бактерицидной обработки воздуха:

1 — распылительная камера; 2 — пьезоэлектрический преобразователь; 3, 14 — транзисторы; 4, 12 — дроссели; 5 — фазосдвигающая цепь; 6, 20 — резисторы; 7, 17 — трансформаторы; 8, 10, 11, 15, 19, 22 — конденсаторы; 9 — пьезоэлемент; 13 — автотрансформатор; 16 — блок питания; 18 — диодный мост; 21 — стабилитрон; 23 — серебряные электроды; 24 — блок ионизации

выявлении повышенной концентрации микроорганизмов проводится дезинфекция, для проведения которой было разработано устройство для бактерицидной обработки воздуха, предусматривающее получение дезинфицирующего раствора непосредственно в распылительной камере устройства. На рис. 2 представлена схема усовершенствованного устройства.

Питание ультразвукового распылителя и блока ионизации осуществляется от нестабилизированного источника 16, состоящего из понижающего трансформатора 17, диодного моста 18 и фильтрующего конденсатора 19. Трансформатор 17 понижает входное напряжение 220 В до 24 В на выходе. После диодного моста 18 выпрямленное напряжение сглаживается фильтрующим конденсатором 19, повышаясь примерно до 30 В. Резистор 20, стабилитрон 21 и конденсатор 22 образуют простейший параметрический стабилизатор напряжения, значение которого 18 В равно напряжению стабилизации стабилитрона 21.

Выпрямленное напряжение используется для насыщения ионами серебра воды в распылительной камере. Под действием тока в воду поступают ионы серебра из серебряных электродов 23, которые постепенно растворяются.



Растворы наночастиц и оксидов серебра в воде обладают установленным антимикробным эффектом. В связи с этим создание новых композиций с использованием бактерицидных возможностей серебра представляется актуальной задачей. Для санитарной обработки помещений было предложено бактерицидное средство при следующем соотношении компонентов, мас. %: перекись водорода — 5; нитрат серебра — 1; 5 %-ный раствор фурукумарина в этиловом спирте — 10; рицинолеат цинка — 2; вода — остальное [11].

Перекись водорода вызывает гибель довольно обширной группы микроорганизмов, включающей в себя грамположительные и грамотрицательные бактерии, вирусы, а также культуры спорообразующих бактерий. Рицинолеат цинка (органическая соль цинка) эффективно подавляет неприятные запахи и обладает фунгицидной и бактерицидной активностью.

В закрытом помещении распыляли в воздухе предложенное средство. Регистрировали бактериальную обсемененность воздуха до и после дезинфекции. В процессе обработки воздуха этим бактерицидным средством отмечалось снижение микробной и микологической обсемененности (табл. 1, 2). Как видно из таблиц, после применения предложенного средства для бактерицидной обработки воздуха микробная обсемененность помещений снизилась в среднем в 4,4 раза, микологическая обсемененность — в 10,3 раза.

Таблица 1

Микробная обсемененность воздуха при использовании бактерицидного средства для дезинфекции воздуха (КОЕ/м³)

Способ	Период отбора проб			
	До обработки	Через 1 сутки	На 8-е сутки	На 15-е сутки
Контроль	417	420	426	430
Предлагаемый способ	417	305	172	99

Таблица 2

Микологическая обсемененность воздуха при использовании бактерицидного средства для дезинфекции воздуха (КОЕ/м³)

Способ	Период отбора проб			
	До обработки	Через 1 сутки	На 8-е сутки	На 15-е сутки
Контроль	70	71	70	72
Предлагаемый способ	70	50	26	7

Заключение

Оптимизированные стандартные этапы и приемы микробиальной практики, такие как аспирационный способ отбора проб воздуха, термостатирование с соблюдением оптимальных условий и выбором питательных сред, учет полученных колоний, легли в основу разработанной методики определения численности микроорганизмов в рабочей зоне закрытого помещения, которая позволила значительно сократить время получения результата. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности внедрения в дезинфекционные мероприятия разработанного средства, обладающего бактерицидными свойствами и фунгицидной активностью, совместно с использованием усовершенствованного устройства для обработки воздуха. Таким образом, разработанные технологии позволяют контролировать концентрации микропримесей биологической природы в воздухе помещений и эффективно проводить дезинфекционные мероприятия.

Список литературы

1. **Beyth N., Hourri-Haddad Y., Domb A., Khan W., Hazan R.** Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. — 2015. — Vol. 2015. Article ID 246012.
2. **Krishnamurthy M., Moore R. T., Rajamani S., Panchal R. G.** Bacterial genome engineering and synthetic biology: combating pathogens / BMC Microbiol. — 2016. Nov 4. — 16 (1). — 258 p.
3. **Кафтырева Л. А., Егорова С. А., Макарова М. А.** Резистентность к дезинфектантам энтеробактерий — возбудителей зооантропозных инфекций // Дезинфекционное дело. — 2008. — № 3. — С. 12–14.
4. **Chopra I.** Bacterial resistance to disinfectants, antiseptics and toxic metal ions // Soc. Appl. Bacteriol. Tech. Ser. — 1991. — No 27. — P. 158–160.
5. **Шкарин В. В., Саперкин Н. В., Ковалишена О. В.** и др. Региональный мониторинг устойчивости микроорганизмов к дезинфектантам: итоги и перспективы // Медицинский альманах. — 2012. — № 2 (22). — С. 122–125.
6. **Кононенко А. Б., Банникова Д. А., Бритова С. В., Савинова Е. П.** и др. Формирование устойчивости микроорганизмов к воздействию дезинфицирующих препаратов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2015. — № 3 (15). — С. 46–52.
7. **Hall-Stoodley L., Costerton J. W., Stoodley P.** Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases // Nat. Rev. Microbiol. — 2004. — Vol. 2. — No. 2. — P. 95–108.
8. **Russell A. D.** Biocids and pharmacologically active drugs as residues and in the environment: is there a correlation with antibiotic resistance? // Am. J. Infect. Control. — 2002. — Vol. 30. — No. 8. — P. 495–498.
9. **Walsh S. E., Maillard J.-Y., Russel A. D.** et al. Development of bacterial resistance to several biocides and effects on antibiotic susceptibility // J. Hosp. Infect. — 2003. — No. 55. — P. 98–107.
10. **Лактионов К. С., Гаврикова Е. И.** Способ определения численности микроорганизмов в воздухе // Патент России № 2493258. 2013. Бюл. № 26.
11. **Гаврикова Е. И.** Средство для бактерицидной обработки воздуха // Патент России № 2732017. 2020. Бюл. № 25.

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

Microbial Semination Assessment and Air Disinfection of Production Facilities in the Agro Industrial Complex Industries

Factors affecting the reduction of immune reactivity of workers organisms are indicated. The role of increased microbial semination in predisposition to diseases with temporary disability is noted. The necessity of further study of microbial physiology in connection with the study of inhibitory effect of new effective disinfection compositions is shown. The priority in this area is to study the processes of development of resistance to disinfectants, which lead to reduction of sanitary measures efficiency. The search for biosafety methods for disinfection activities is also a topical issue. Adaptation to known disinfectants has led to changes in the general microbial background of premises. The resistance of microbes is explained by the action of poorly studied genotypic mechanisms. At present, studies are underway to introduce silver preparations with antifungal and antibacterial properties into biocidal compositions. Taking into account known developments, we proposed a means for bactericidal air treatment. After the application of the proposed product, the total microbial semination of the premises is reduced by an average of 4 times, the content of mold fungi — by 10 times.

Keywords: temporal, microclimate parameters, air disinfection, disinfection premises

References

1. **Beyth N., Houri-Haddad Y., Domb A., Khan W., Hazan R.** Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015. Vol. 2015. Article ID 246012.
2. **Krishnamurthy M., Moore R. T., Rajamani S., Panchal R. G.** Bacterial genome engineering and synthetic biology: combating pathogens. *BMC Microbiol.* 2016. Nov 4. No. 16 (1). 258 p.
3. **Kafyrev L. A., Egorova S. A., Makarova M. A.** Rezistentnost' k dezinfektantam enterobakterij — vzbuditelej zoonotropnykh infekcij. *Dezinfekcion delo*. 2008. No. 3. P. 12—14.
4. **Shopra I.** Bacterial resistance to disinfectants, antiseptics and toxic metal ions. *Soc. Appl. Bacteriol. Tech. Ser.* 1991. No. 27. P. 158—160.
5. **Shkarin V. V., Saperkin N. V., Kovalishena O. V.** et al. Regional'nyj monitoring ustojchivosti mikroorganizmov k dezinfektantam: itogi i perspektivy. *Medicinskij al'manah*. 2012. No. 2 (22). P. 122—125.
6. **Kononenko A. B., Bannikova D. A., Britova S. V., Savinova E. P.** et al. Formirovanie ustojchivosti mikroorganizmov k vozdejstviyu dezinficiruyushchih preparatov. *Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii*. 2015. No. 3 (15). P. 46—52.
7. **Hall-Stoodley L., Costerton J. W., Stoodley P.** Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nat. Rev. Microbiol.* 2004. Vol. 2. No. 2. P. 95—108.
8. **Russell A. D.** Biocides and pharmacologically active drugs as residues and in the environment: is there a correlation with antibiotic resistance? *Am. J. Infect. Control*. 2002. Vol. 30. No. 8. P. 495—498.
9. **Walsh S. E., Maillard J.-Y., Russel A. D.** et al. Development of bacterial resistance to several biocides and effects on antibiotic susceptibility. *J. Hosp. Infect.* 2003. No. 55. P. 98—107.
10. **Laktionov K. S., Gavrikova E. I.** Sposob opredeleniya chislennosti mikroorganizmov v vozduhe. *Patent Rossii* No. 2493258. 2013. Byul. No. 26.
11. **Gavrikova E. I.** Sredstvo dlya baktericidnoj obrabotki vozduha. *Patent Rossii* No. 2732017. 2020. Byul. No. 25.



УДК 303.722.4, 331.45, 614.8

И. И. Садыкова, асп., e-mail: sadikova.ir2016@yandex.ru,

Е. Е. Фомина, канд. техн. наук, доц., РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Москва

Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний работников компании ТЭК

Рассмотрены результаты анализа статистических данных по сердечно-сосудистым заболеваниям (ССЗ) работников крупной российской компании с широким спектром видов экономической деятельности от добычи углеводородов до реализации готовой продукции потребителю в период с 2010 по 2019 г. (выборка составила 168 554 работника), на основании которого выявлена группа риска, обладающая наибольшей вероятностью возникновения ССЗ и определены факторы риска. Приведены мероприятия, позволяющие снизить и предотвратить риск ССЗ. Построен алгоритм процедуры оценки подверженности работника компании топливно-энергетического комплекса сердечно-сосудистым заболеваниям.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс, статистический анализ, сердечно-сосудистые заболевания, фактор риска, предотвращение заболеваний

Введение

Снижение заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, а также профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни являются одними из национальных целей развития России на период до 2024 г. [1].

Сердечно-сосудистые заболевания — актуальная проблема большинства стран мира, в том числе России, несмотря на существенный прогресс в сфере диагностики и лечения кардиоваскулярной патологии. Экспертами Всемирной Организации Здравоохранения прогнозируется дальнейший рост ССЗ и смертности как в развитых, так и в развивающихся странах, обусловленный старением населения и особенностями образа жизни. Сердечно-сосудистые заболевания — ведущая причина смерти населения РФ (вклад в общую смертность составляет 57 %) [2].

Условно факторы риска ССЗ можно разделить на три группы: 1) поведенческие и социальные (нездоровое питание, курение, алкоголь и т. д.); 2) биологические (гипертония, дислипидемия, гиперинсулинемия, гипергликемия, гиперурикемия, тромбогенные факторы, факторы воспаления, приводящие к инсульту, раку, диабету, остеопорозу, ожирению, травмам и т. д.); 3) окружающая среда (загрязнения воздуха, воды, почвы) [3].

Анализ ССЗ работников компании ТЭК

Объектом исследования выступает крупная компания ТЭК, у работников которой был проведен анализ ССЗ в период с 2010 по 2019 г. (рис. 1).

Всего было исследовано 168 554 работника, из которых 95 % мужчин. Исследуемые разделены по режиму работы: постоянный — 53 %, сменный — 24 % и вахтовый — 23 %. Из них определены: работники, не предрасположенные к ССЗ, — 43 %; с установленным ССЗ — 34 %; с выявленными факторами риска ССЗ — 23 %.

На рис. 2, 3 представлены данные по числу смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК (всего 179 человек) в зависимости от категории работника и возраста.

На основании приведенных данных выявлена группа риска, обладающая наибольшей вероятностью возникновения ССЗ у работников компании ТЭК. Это мужчины рабочих специальностей, с постоянным режимом работы, в возрастном диапазоне 51...55 лет. Соответственно, этой группе работников необходимо уделить большее внимание в части разработки мероприятий по

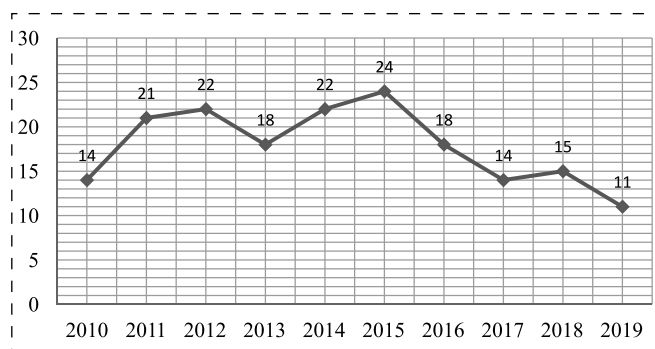


Рис. 1. Динамика числа смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК (человек/год)

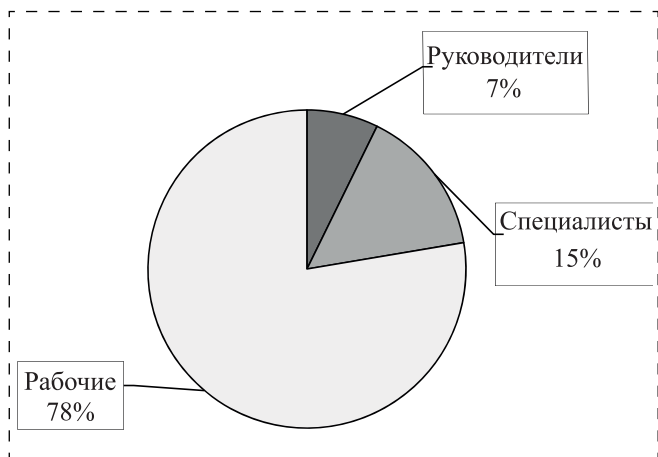


Рис. 2. Число смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК по категориям

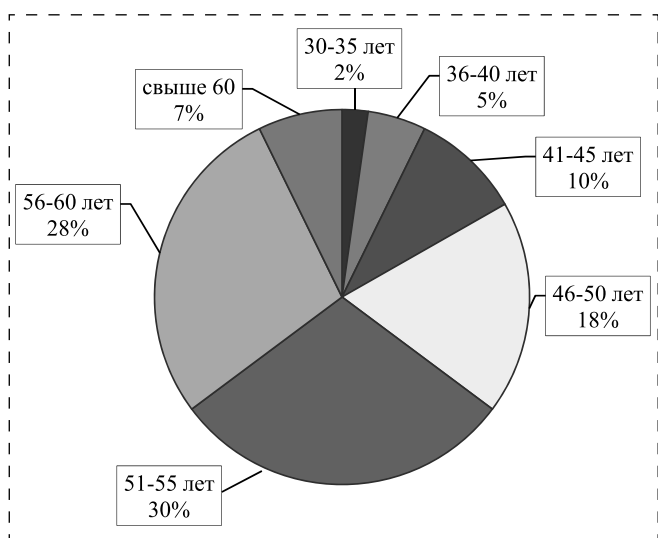


Рис. 3. Число смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК в зависимости от возраста

снижению и предотвращению ССЗ. Следует отметить, что в рассматриваемой компании ТЭК доля мужчин составляет 70,8 % общего числа работников.

На рис. 4–6 представлены результаты зависимости числа смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК от времени.

Следовательно, наиболее рискованное время возникновения ССЗ — зимний период по понедельникам и средам с 07:00 до 09:00 и 11:00 до 12:00. Необходимо проводить превентивные меры, уделяя особое внимание предупреждающим действиям, заранее периодически их прорабатывая. Проанализируем полученные факторы риска (см. таблицу).

По итогам проведенного опроса Национальным агентством финансовых исследований

(НАФИ) среди россиян, имеющих постоянную работу, почти половина опрошенных (47 %) признались, что в рабочие дни не высыпаются. При этом среднее число дней, в которые работающие не высыпаются, растет с каждым годом: в 2017 г. — 3,75 дня в неделю, в 2018 г. — 3,86 дня, в 2019 г. — 4,19 дня. По сравнению с 2019 г. выросла доля тех, кто не высыпается 5 дней в неделю (38 % против 32 %). Лидирующей причиной недосыпания остается необходимость сверхурочной работы или учебы. Доля не высыпающихся по этой

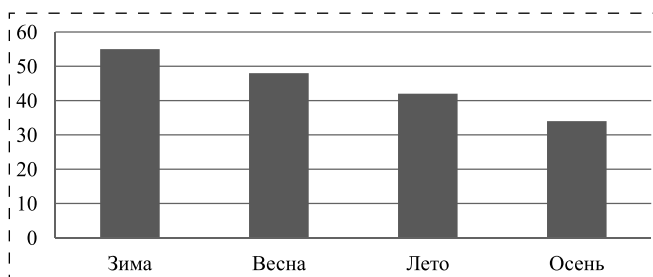


Рис. 4. Число смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК в зависимости от времени года

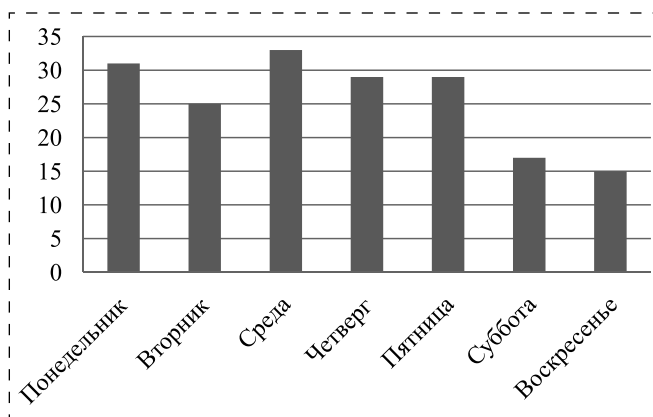


Рис. 5. Число смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК в зависимости от дня недели

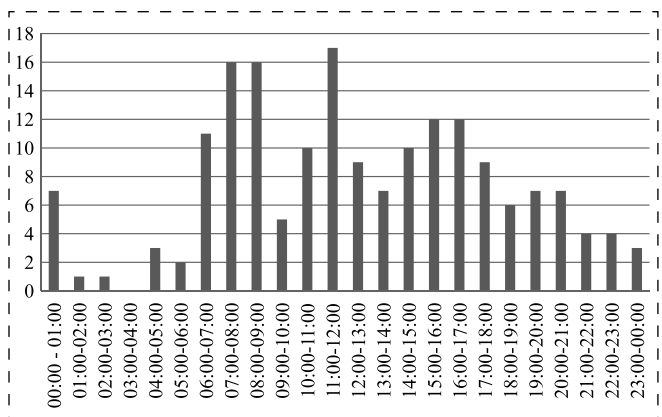


Рис. 6. Число смертельных случаев от ССЗ работников компании ТЭК в зависимости от времени суток



Причинно-следственные факторы риска

№ п/п	Статистический фактор	Причинно-следственный фактор
1	Почему мужчины более подвержены ССЗ, чем женщины?	1. Физиология. Мужские половые гормоны защищают сердечно-сосудистую систему менее эффективно, нежели женские [4]. 2. Психозэмоциональное состояние мужчин отличается от состояния женщин. Мужчины часто пренебрегают инструментом избавления от эмоций, проработки психозэмоционального состояния (также это заложено физиологически и на "генном уровне") [4]
2	Почему 51–55 лет — наиболее опасный возраст?	Физиология. Зачастую в возрасте от 51 до 55 лет уровень гормонов начинает снижаться, что приводит к ССЗ, включая повышенное артериальное давление, высокий уровень холестерина, диабет. К 50 годам, как правило, организм начинает давать сбой в "слабых" местах (проблемы с глазами, зубами, пищеварительным трактом, почками, суставами и пр.) [5]
3	Почему работники постоянного режима работы наиболее подвержены ССЗ?	Постоянный режим работы наиболее напряженный в части сенсбилизации (феномен роста чувствительности нервных центров вследствие воздействия раздражителя [6]) и хронической усталости. В связи с накопительным эффектом организм не успевший "отдохнуть" и "восстановиться", изо дня в день выполняет свои трудовые функции, тем самым истощая свой эмоциональный запас. Восстановление происходит в период "ежегодно оплачиваемого отпуска", однако зачастую в компаниях ТЭК максимальная единовременная продолжительность отпуска составляет 14 дней, но чаще 7 дней. То есть, работая (как минимум) 6 месяцев до отпуска (132 рабочих дня), полностью восстановиться за 7 дней невозможно
4	Почему работники рабочих специальностей наиболее подвержены ССЗ?	Известно, что социальный статус может улучшить работу иммунной системы и здоровья работников. По многочисленным исследованиям установлен факт, что более высокий статус связан с быстрым восстановлением после болезни или травмы. Исследования в США 10 000 государственных служащих показали [7], что те, кто на социальной лестнице выше, реже страдали от болезней сердца и депрессии. К тому же условия труда рабочих зачастую вреднее/опаснее условий труда служащих и руководителей [8]
5	Почему зима, понедельник и среда, утренние рабочие часы (с 07:00 до 09:00 и 11:00 до 12:00) наиболее благоприятные периоды для риска ССЗ?	1. Зима является "тяжелым" периодом года, так как дневного естественного света мало (продолжительность темноты превалирует над светлым временем суток, результат — гипертония). Недостаток витаминов D способствует развитию хронической усталости, недосыпа. 2. Понедельник считается "тяжелым" днем недели, поскольку ему предшествовали выходные, а в среду — середина рабочей недели уже присутствует утомление. В четверг и пятницу — работника мотивирует преддверие выходных, поэтому риск ниже. 3. С 07:00—09:00 — организм еще не пришел в полный режим бодрствования (поэтому крайне важно внедрять физическую активность и проводить мозговой штурм работникам до допуска к работе), а в период с 11:00—12:00 — середина рабочего дня организм в предвкушении обеденного перерыва (это подтверждает необходимость регламентированных перерывов в работе, согласно установленным требованиям нормативных актов).

причине — 32 %, а среднее снижение производительности не выспавшихся работников в 2019 г. составляет 20 % в сравнении с 2018 г. [9]. Причины усталости работников можно объединить в восемь групп: время суток, в которое происходит работа; продолжительность рабочего времени; тип и продолжительность рабочих операций и производственная среда, в которой они выполняются; эргономический дизайн рабочих мест и условий; количество и качество отдыха до и после работы; деятельность вне работы, например, семейные обязанности или вторая работа; индивидуальные факторы, например нарушение сна.

В целях снижения и предотвращения ССЗ у работников компании ТЭК разрабатываются перечисленные ниже мероприятия.

- Определение групп риска работников, предрасположенных к ССЗ на основе данных добровольного внутреннего анкетирования и информации, полученной по результатам проведения медицинских осмотров.

- Регистрация и учет работников с выявленными факторами риска ССЗ и работников с установленным ССЗ в корпоративном электронном журнале.
- Проведение индивидуальных профилактических мероприятий (медицинские осмотры, контрольные исследования, санитарно-просветительская работа и т. д.) для работников с выявленными факторами риска ССЗ и работников с установленным ССЗ.
- Обеспечение работников с установленной гипертонией дневниками самоконтроля артериального давления, мотивация их на ведение данных дневников.
- Организация контроля замеров артериального давления тонометрами, проведение ЭКГ-исследований, определение холестерина в крови и другие исследования в рамках периодических медицинских осмотров и дополнительно по желанию в рамках договоров ДМС. Использование электронных часов или

- браслетов, отслеживающих состояние здоровья, в том числе физическую активность работников, у которых выявлено ССЗ или предрасположенность к нему.
- Ограничение направлений в командировки работников с установленным ССЗ.
 - Исключить 24-часовые рабочие смены работникам с установленным ССЗ.
 - Обеспечение информационного сопровождения организованных мероприятий, направленных на борьбу с признаками ССЗ на ранних стадиях, профилактику ССЗ, неотложные меры самопомощи и взаимопомощи в случае ССЗ. Разработка памятки по данным мероприятиям и доведение памятки до работников в рамках внепланового инструктажа.
 - Проведение индивидуальных информационных занятий для работников с выявленными факторами риска ССЗ и установленным ССЗ.
 - Проведение мероприятий, направленных на популяризацию ЗОЖ (лекции, беседы, массовые мероприятия, наглядные пособия).
 - Проведение массовых физкультурных мероприятий, направленных на пропаганду физической культуры и спорта.
 - Организация посещения спортивных залов и бассейнов работниками. Обеспечение материально-технической базой для занятий физической культурой (аренда спортивных площадок, залов, бассейнов).
 - Информирование работников о наличии в регионе присутствия федеральных, региональных и прочих медицинских профилактических программ (краткая информация о заболеваниях, содержание программы, риски и последствия в случаях отказа от участия в ней).
 - Обеспечить персонал удаленных объектов и рабочих мест средствами неотложной помощи при острых сердечно-сосудистых осложнениях и заболеваниях.
 - Направление на реабилитационно-восстановительное лечение в санаторно-курортных учреждениях соответствующего профиля работников с выявленными факторами риска ССЗ и работников с установленными ССЗ по показаниям лечащего врача в рамках действующих локальных нормативных актов компании, регулирующих вопросы добровольного медицинского страхования.
 - Обучение работников компании навыкам оказания первой помощи с использованием роботов-тренажеров.

- Разработка модельных программ с учетом индивидуальных особенностей работника на основе Библиотеки корпоративных программ укрепления здоровья работающих граждан [10].
- Повышение активности работников в течение рабочего дня (например, в последнее время в ряде программ, применяющихся за рубежом, используют ходьбу в заданном темпе на работе в обеденный перерыв [11].

Также рекомендуется уделять внимание списку контингента работников, подлежащих предварительным и периодическим осмотрам, включив в него работников с уже выявленной предрасположенностью к ССЗ. При проведении медицинских осмотров работников компании ТЭК необходимо выделять группу лиц с общесоматическими заболеваниями, которые можно связать с комплексом производственно-профессиональных факторов и частично с тем или иным конкретным производственным фактором. Степень производственной обусловленности заболеваний оценивается в зависимости от показателей относительного риска, этиологической доли, отношения шансов и доверительного интервала [12].

В целях выявления степени риска ССЗ работников компании ТЭК разработан приведенный ниже алгоритм действий.

Начало — оценка уровня подверженности ССЗ работников с целью предотвращения и недопущения ССЗ.

Сбор информации — составление списка наиболее подверженных риску ССЗ, учитывая результаты специальной оценки условий труда, производственного контроля условий труда, эмоциональное напряжение и усталость на работе (работа с людьми, ответственность), также необходимо учесть результаты предварительных/периодических медицинских осмотров, психиатрических освидетельствований и т. д.

Беседа с работником — основной шаг оценки, поскольку именно на данном этапе необходимо проанализировать картину подверженности работника к ССЗ, учитывая при этом жалобы работника.

Оценка уровня подверженности — имея всю полученную информацию, устанавливаем, присутствует ли факт подверженности ССЗ.

На основании результата "подвержен" устанавливаются мероприятия по профилактике или предотвращению ССЗ, которые в дальнейшем корректируются с помощью "Матрицы дел Эйзенхауэра" [13].

На рис. 7 приведена блок-схема процедуры оценки подверженности ССЗ работников компании ТЭК.

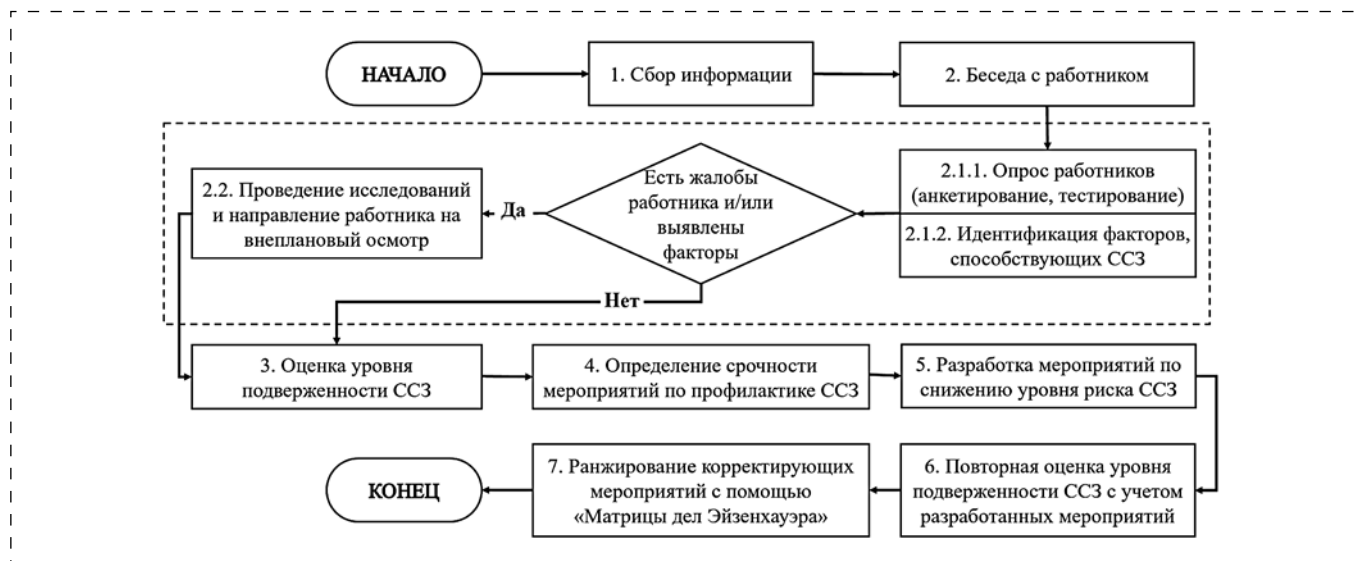


Рис. 7. Блок-схема процедуры оценки подверженности ССЗ работников компании ТЭК

Заключение

В структуре общей смертности и инвалидности населения на долю сердечно-сосудистых заболеваний приходится более 50 %. Сложившаяся ситуация рассматривается как фактор, угрожающий национальной безопасности России. Основными причинами, формирующими высокий уровень смертности от болезней системы кровообращения, являются ишемическая болезнь сердца и цереброваскулярные заболевания, ведущим фактором риска которых рассматривается артериальная гипертензия [14]. Около 40 % мужчин и женщин в России имеют повышенное артериальное давление. Считается, что гипертоническая болезнь — это результат взаимодействия наследственного и неблагоприятных факторов внешней среды [15]. Также общепризнано, что влияние окружающей среды, а именно загрязнение атмосферы, становится причиной развития ССЗ, поэтому важно контролировать экологическую обстановку на производственных объектах ТЭК.

Список литературы

1. Указ Президента от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения 09.01.2021).
2. Сердечно-сосудистые заболевания. URL: <https://www.who.int/ru/> (дата обращения 09.01.2021).
3. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний. Официальный сайт Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тамбовской области. URL: <http://68.rospotrebnadzor.ru/content/545/21717/> (дата обращения 19.11.2020).
4. Шаповалова Э. Б., Максимов С. А., Артамонова Г. В. Половые и гендерные различия сердечно-сосудисто-

- го риска // Российский кардиологический журнал. — 2019. — № 24 (4). — С. 99—104. URL: <https://clck.ru/Swrxb> (дата обращения 19.11.2020).
5. Володина Т. 5 болезней, подстерегающих сильный пол после 50. Российская газета. № 206(5582). URL: <https://clck.ru/TJ23a> (дата обращения 09.01.2021).
6. Словарь медицинских терминов. URL: <https://clck.ru/Swrn7> (дата обращения 09.01.2021).
7. Филипенко Л. В. Социальный статус влияет на здоровье. URL: <https://clck.ru/Swc32> (дата обращения 09.01.2021).
8. Бритов А. Н., Елисеева Н. А., Деев А. Д., Орлов А. А. Влияние социально-экономического статуса и стресса на сердечно-сосудистую систему в перспективном популяционном исследовании. ГНИЦ профилактической медицины Росздрава, отдел эпидемиологии ССЗ. URL: <https://clck.ru/SwcLu> (дата обращения 19.11.2020).
9. Результаты опроса и анализа НАФИ. URL: <https://clck.ru/SwcGq> (дата обращения 15.11.2020).
10. Федеральный проект "Укрепление общественного здоровья". Библиотека корпоративных программ укрепления здоровья сотрудников. URL: <https://clck.ru/THzqm> (дата обращения 09.01.2021).
11. Brown D. K., Barton J. L., Gladwell V. F. Walks4work: Rationale and study design to investigate walking at lunch-time in the workplace setting // BMC Public Health. — 2012. — Vol. 12. — P. 550. URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/550> (дата обращения 09.01.2021).
12. Каримова Л. К., Капцов В. А., Салимгареева Т. М., Маврина Л. Н., Гимаева З. Ф., Бейгул Н. А. Оценка риска нарушения здоровья работников предприятий топливно-энергетического комплекса // Здоровье населения и среда обитания. — 2017. — № 4 (289). — С. 25—30.
13. Матрица Эйзенхауэра: простой инструмент для распределения задач. URL: <https://kontur.ru/articles/5207>, свободный (дата обращения 09.01.2021).
14. Турдиев Ш. М. Основные факторы риска, влияющие на смертность от ишемической болезни сердца // Биология и интегративная медицина. — 2017. — № 2. — С. 10—17. URL: <https://clck.ru/SwcF4> (дата обращения 09.01.2021).
15. Спиридонов В. Л. Научно-методическое обоснование современной системы медико-профилактического обеспечения работников нефтегазодобывающих предприятий. Диссертация кандидата медицинских наук: 14.00.50. Место защиты: ГУ "Научно-исследовательский институт медицины труда РАМН". — М., 2009. — 210 с. URL: <https://clck.ru/SwsQE> (дата обращения 09.01.2021).

I. I. Sadykova, Post-Graduate Student, e-mail: sadikova.ir2016@yandex.ru,
E. E. Fomina, Associate Professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow

Risk Factors of Cardiovascular Diseases of Fuel and Energy Sector Employees

The analysis of statistical data on cardiovascular diseases (CVD) of employees of a large Russian company with a wide range of economic activities from production to sale of finished products of hydrocarbons to consumers in the period from 2010 to 2019 is presented (the sample consisted of 168,554 employees), on the basis of which the risk group with the highest probability of CVD was identified and risk factors were determined. Measures to reduce and prevent the risk of CVD are presented. The algorithm of the procedure for assessing the susceptibility of an employee of the fuel and energy complex (FEC) to CVD is constructed.

Keywords: fuel and energy complex, statistical analysis, cardiovascular diseases, risk factor, disease prevention

References

1. **Presidential Decree** № 204 of May 7, 2018 "On National Goals and strategic Objectives for the development of the Russian Federation for the period up to 2024". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (date of access 09.01.2021).
2. **Cardiovascular diseases**. URL: <https://www.who.int/ru/> (date of access 09.01.2021).
3. **Risk factors** for cardiovascular diseases. Official website of the Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Tambov Region. URL: <http://68.rospotrebnadzor.ru/content/545/21717/> (date of access 19.11.2020).
4. **Shapovalova E., Maksimov S., Artamonova G.** Gender and gender differences in cardiovascular risk. Russian Journal of Cardiology. 2019. No. 24(4). P. 99–104. URL: <https://clck.ru/Swrxn7> (date of access 19.11.2020).
5. **Volodina T.** 5 diseases that lie in wait for the stronger sex after 50. *Rossiyskaya Gazeta*. № 206(5582). URL: <https://clck.ru/TJ23a> (date of access 09.01.2021).
6. **Dictionary of Medical Terms**. URL: <https://clck.ru/Swrn7> (date of access 09.01.2021).
7. **Filipenko L.** Social status affects health. URL: <https://clck.ru/Swc32> (date of access 09.01.2021).
8. **Britov A., Eliseeva N., Deev A., Orlov A.** Influence of socio-economic status and stress on the cardiovascular system in a prospective population study. State research center for preventive medicine of the Russian Ministry of health, Department of epidemiology of CVD. URL: <https://clck.ru/SwcLu> (date of access 19.11.2020).
9. **Results** of the survey and analysis at the following. URL: <https://clck.ru/SwcGq> (date of access 15.11.2020).
10. **Federal project** "Strengthening Public Health". Library of corporate employee health promotion programs. URL: <https://clck.ru/THzqm> (date of access 09.01.2021).
11. **Brown D., Barton J., Gladwell V.** Walks4work: Rationale and study design to investigate walking at lunch-time in the workplace setting. *BMC Public Health*. 2012. Vol. 12. P. 550. URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/550> (date of access 09.01.2021).
12. **Karimova L., Kaptsov V., Salimgareeva T., Mavrina L., Gimaeva Z., Bagul N.** Assessment of risk of health disorders in workers of enterprises of the fuel and energy complex. *Population health and habitat*. 2017. No. 4 (289). P. 25–30.
13. **The Eisenhower Matrix:** a simple tool for allocating tasks. URL: <https://kontur.ru/articles/5207> (date of access 09.01.2021).
14. **Turdiev Sh.** The main risk factors affecting mortality from coronary heart disease. *Biology and integrative medicine*. 2017. No. 2. P. 10–17. URL: <https://clck.ru/SwcF4> (date of access 09.01.2021).
15. **Spiridonov V.** Scientific and methodological substantiation of the modern system of medical and preventive maintenance of employees of oil and gas producing enterprises. Dissertation of the Candidate of Medical Sciences: 14.00.50. Place of defense: State Institution "Research Institute of Occupational Medicine of the Russian Academy of Medical Sciences". Moscow, 2009. 210 p. URL: <https://clck.ru/SwsQE> (date of access 09.01.2021).



УДК 613.83:159.943

Е. В. Малинина, канд. мед. наук, доц. кафедры, e-mail: vahnenko_elen@mail.ru,
В. А. Дубинкин, д-р мед. наук, проф., проф. кафедры,
Н. Ю. Маркова, студент, **А. А. Оганян**, студент, Тихоокеанский государственный
медицинский университет (ТГМУ) Минздрава России, Владивосток

Медико-социальные аспекты табакокурения в студенческой среде

Рассмотрены вопросы распространенности курения среди будущих врачей, мотивации и интенсивности курения табака, социально-психологических аспектов табакокурения (ТК), отношения к антитабачной концепции. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о неблагоприятной ситуации с распространением ТК в медицинском вузе и недостаточной информированности будущих врачей о современных способах, помогающих побороть привычку курения. Обозначена первоочередная задача в решении проблемы ТК: развитие профессиональных знаний и подготовленности студентов-медиков, создание системы антикурительного образования в подготовке будущих врачей — путь к снижению распространенности ТК и формированию у них активного профессионального отношения к ТК.

Ключевые слова: табакокурение, распространенность, медико-социальные аспекты, студенты-медики

Введение

Актуальность проблемы табакокурения особенно среди медицинских работников несомненна, так как в контроле табачной эпидемии особая роль должна принадлежать медикам, которые могут быть инициаторами и катализаторами всех действий, направленных на сохранение и укрепление здоровья, профилактику заболеваний, что является их непосредственным профессиональным долгом. Согласно принятому в 2004 г. Кодексу ВОЗ медицинские работники должны в первую очередь отказаться от курения сами и сделать свое рабочее место свободным от табачного дыма.

В целях привлечения внимания общественности к негативным последствиям курения табака ежегодно каждый третий четверг ноября отмечается Международный день отказа от курения. В развитых странах наблюдается снижение количества курящих, в первую очередь среди врачей [1]. Наибольших успехов в борьбе с курением добилась общественность США, Великобритании. Страны Евросоюза приняли ряд документов по ограничению курения табака, направленных на снижение количества курящих и охрану некурящих людей от пассивного курения [2]. В то же время в большинстве стран Европы, а также в России распространенность курения среди медиков относительно высока [3–5]. В связи

с этим представляется важной оценка ситуации, связанной с табакокурением (ТК) медицинских работников, поскольку именно медики являются модельной группой для остального населения в отношении здорового образа жизни.

Целью исследования явилось изучение распространенности курения среди будущих врачей, мотивации и интенсивности курения табака, медико-социальных аспектов ТК, отношения к антитабачной концепции.

Объекты и методы исследования

Основным методом исследования был анонимный опрос студентов медицинского университета 5–6 курсов с помощью специальной анкеты, включавшей 40 вопросов, большинство из которых имели готовые альтернативные ответы. Проанкетировано 223 человека в возрасте 20–28 лет. Число юношей составило 71 (31,8 %), девушек — 152 (68,2 %). Объектом исследования стали студенты старших курсов ТГМУ.

При формулировке вопросов анкетирования задачей являлось раскрытие следующих понятий, составляющих сущность проблемы:

- распространенность и масштабы явления (пробовал ли курить респондент и курит ли он в настоящее время; если да — то регулярно или от случая к случаю, сколько выкуривает в день);

- в каком возрасте впервые попробовал сигарету, почему решил попробовать;
- влияние социально-экономической неустроенности на курение (доход семьи респондента, воспитание в полной семье или нет);
- влияние группы и референтной группы (курят ли друзья респондента, курят ли наиболее авторитетные для него люди, с которыми больше всего хотелось бы общаться, курят ли его родители);
- влияние ТК на состояние здоровья (симптомы);
- влияние маркетинговых усилий табачных компаний на распространенность курения (доверие респондента к рекламе табака, бросил бы он курить или стал бы курить меньше в случае резкого повышения цен на сигареты, возникновении трудностей с покупкой сигарет, ухудшения качества табака или исчезновения из продажи его любимых марок сигарет);
- отношение некурящих к курению (раздражает ли респондента табачный дым, как бы он отнесся к введению ограничений на курение в общественных местах и на дискриминацию курящих в оплате труда);
- желание расстаться с привычкой (пытался ли респондент когда-нибудь бросить курить, собирается ли он бросать в ближайшем будущем, собирается ли бросить когда-нибудь, чем было вызвано это желание, будет ли он бросать при ухудшении здоровья);
- отношение к основным положениям анти-табачной концепции России (ограничению курения в общественных местах, дискриминации курящих в оплате труда и при трудоустройстве, к социальной рекламе против курения).

Результаты исследования

Полученные данные о распространенности ТК среди студентов-медиков с учетом пола представлены в таблице. Оказалось, что курение глубоко укоренилось среди будущих врачей, так как 39 % опрошенных имеют эту вредную привычку. К моменту опроса курили 43,7 % юношей и 36,8 % девушек. Курили в прошлом и бросили курить 14,1 % юношей и 10,5 % девушек. Таким образом, процент всех когда-либо куривших составил среди юношей 57,8 %, среди девушек 47,3 %. В силу обстоятельств являлись пассивными курильщиками 11,3 % юношей и 17,1 % девушек. Никогда

Распространенность курения среди студентов-медиков

Статус курения	Юноши		Девушки		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Курящие регулярно	24	33,8	40	26,3	64	28,7
Курящие от случая к случаю	7	9,9	16	10,5	23	10,3
Бросившие курить	10	14,1	16	10,5	26	11,7
Пассивные курильщики	8	11,3	26	17,1	34	15,2
Никогда не курившие	22	30,9	54	35,6	76	34,1
Всего	71	31,8	152	68,2	223	100

не курили 30,9 % юношей и 35,6 % девушек. Выбор табачной продукции у большинства оказался традиционным: 94,3 % курили сигареты, 4,6 % сигары, 1,1 % трубку и 0,4 % кальян.

Курение кальяна нынче в моде. В кальяне используется ароматический табак, дым которого мягкий, приятно пахнущий и мало обжигающий в отличие от сигаретного дыма. Однако доказано, что кальянный дым содержит высокий уровень токсичных соединений — смол, окиси углерода, тяжелых металлов и канцерогенных химических веществ. В связи с чем на страницах интернет-сайтов появился афоризм "Если капля никотина убивает лошадь, то глоток кальяна — мамонта". Возраст начала курения в нашем исследовании составил 15—17 лет, поэтому именно на молодых людей этого возраста следует обратить внимание и проводить профилактическую работу. Степень зависимости от сигарет представлена следующими показателями: ежедневно выкуривают до 6 сигарет 33,7 % опрошенных из числа курящих, от 6 до 9 сигарет 28,9 %, 10—20 сигарет в день 32,6 %, более 20 сигарет в день 4,8 % опрошенных. Анализ показал, что степень зависимости от сигареты наиболее выражена у юношей, поскольку более 55,2 % юношей (20,4 % девушек соответственно) выкуривают в день от 10 до 20 сигарет.

На фоне высокой распространенности курения довольно велик удельный вес тех, кто курит в количествах, оказывающих существенное негативное влияние на здоровье. Так, среди респондентов, участвующих в опросе, больше пачки курят 3,5 %, а от 10 до 20 сигарет ежедневно — 55,2 %. Иными словами, больше половины курильщиков мужского пола относятся к категории так называемых злостных курильщиков. Среди опрошенных девушек ситуация также неблагоприятна: 38,9 % курящих студенток выкуривает до 6 сигарет в день, 35,2 % от 6 до 9 сигарет в день. К категории злостных курильщиц относится



25,9 %, причем больше пачки сигарет выкуривает 5,5 %. Согласно данным статистики каждый курильщик, потребляющий в день 20 сигарет, добровольно сокращает свою жизнь на пять лет, каждая выкуренная сигарета "стоит" ему пять с половиной минут жизни.

Ведущим мотивом первой пробы является любопытство — 81,8 % у юношей и 70,0 % у девушек, в среднем 73,8 %. На втором месте "влияние компании" — 19,8 % (10,8 % и 24,3 % соответственно), "нежелание отстать от друзей" — 4,7 % (2,7 % и 5,7 % соответственно), "желание выделиться" фигурирует только в мужской группе. Мотив "нравится" выступает на первое место у студентов, продолжающих курить в настоящее время (46,2 %). Другие мотивы курения: "втянулся" — 27,4 %, "от нечего делать" — 21,7 % — одинаковы у представителей обоих полов, однако "за компанию" курят (17,9 %) чаще девушки.

Изучение типов курительного поведения показало, что наибольшим оказался удельный вес такого типа курительного поведения, как "привычка" (37,4 %), особенно у девушек, что свидетельствует об уже имеющейся выраженной физиологической зависимости от табака. Курильщики такого типа не только не осознают психологических причин курения, но и часто даже не замечают, сколько в день выкуривают сигарет. Тип курительного поведения "желание получить расслабляющий эффект от курения", выявленный у 36,4 % опрошенных, указывает на стремление курящих медиков получить удовольствие от курения, расслабиться, почувствовать себя комфортнее. Более трети респондентов (32,7 %) используют курение как поддержку при нервном напряжении. Этот тип курительного поведения чаще встречается у девушек.

Студенты-медики, отличающиеся типом поведения "желание получить стимулирующий эффект от курения" (20,6 %), убеждены, что сигарета обладает тонизирующим действием, бодрит, снимает усталость. Группе студентов, для которых преобладающим типом курительного поведения является "потребность манипулировать сигаретой" (13,1 %), нравятся все манипуляции, связанные с процессом курения. Наименьшее значение имеет тип курительного поведения — "сильное желание курить" (11,2 %), для которого характерна не только психологическая, но и физиологическая зависимость от табака.

Таким образом, курение будущих врачей является весьма распространенной привычкой, связанной со стрессовыми ситуациями, с потребностью

в сохранении ощущения психологического комфорта и ограничении нервно-эмоционального напряжения. На вопрос "Пытались ли Вы бросить курить?" больше половины опрошенных курильщиков (50,6 %) ответили утвердительно, из них 36,8 % удалось отказаться от вредной привычки на время, остальные 13,8 % пытались бросить курить безрезультатно. Неудачные попытки бросить курить самостоятельно, как правило, связаны с наличием табачной зависимости. 16,1 % хотели бы сократить число выкуриваемых сигарет и 23,0 % не желали менять свое курительное поведение. Медики считают, что бросить курить с первой попытки получается примерно у 20 % курильщиков.

Отказ от табакокурения означает разрыв зависимости, которая имеет физиологический и психологический компоненты. В случае физиологической зависимости попытки прекратить курение будут вызывать синдром отмены, проявления которого варьируют от нервозности до тяжелых головных болей и неспособности сконцентрировать внимание. Приблизительно 70 % прекративших курение вновь начинают курить в течение ближайших трех месяцев. Однако с каждой очередной попыткой вероятность окончательного прекращения курения возрастает. При опросе всех когда-либо куривших о применявшихся ими методах отказа от ТК 97,9 % ответили, что они не использовали никаких специальных методов и пытались бросать путем "усилия воли". Только 2,1 % пользовались тем или иным видом специальной помощи в отказе от ТК.

При изучении ответов на вопрос "Какие методы помощи в отказе от курения Вы знаете?" оказалось, что только 3,1 % опрошенных не смогли назвать ни одного специального метода помощи. В качестве метода помощи в отказе от ТК 64,6 % респондентов назвали психотерапию, 43 % — медикаментозный метод и 39 % — физиотерапию (рефлексотерапию). Большинство будущих врачей (72,6 %) считают, что отказаться от этой вредной привычки можно самостоятельно за счет волевых усилий, самодисциплины, не прибегая к медикаментозным средствам. Выявлена низкая информированность студентов-медиков о современных препаратах, помогающих побороть привычку курения. Только 25,6 % назвали препараты, помогающие избавиться от курения: среди них никотиновый пластырь (59,6 %), чампикс (28,1 %), табекс (24,6 %), электронные сигареты (7,0 %), жевательные резинки (5,3 %).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что основная масса будущих врачей не интересуется

информацией о современных препаратах, помогающих избавиться от ТК, и не повышает уровень своих знаний в этом направлении. Между тем совершенствование профессиональных знаний, в том числе в области предупреждения заболеваний, является одним из важных деонтологических принципов медицинских работников. Анализ результатов исследования показал, что наибольшей информацией о медикаментозной поддержке при отказе от курения обладает группа регулярно курящих студентов-медиков (34,4 %). В меньшей степени осведомлены курящие от случая к случаю (21,7 %), бросившие курить (15,4 %) и никогда не курившие (23,6 %). На вопрос "Считаете ли Вы, что отказ от курения полезен для здоровья?" большинство (86,6 %) ответили утвердительно, 12,5 % выбрали ответ, что отказ от ТК "не всегда" полезен для здоровья, и менее 1 % респондентов так не считают.

При изучении мнений студентов-медиков об отношении к курящему врачу была установлена следующая закономерность: большинство (63,5 %) относятся к курящему врачу нейтрально, 32,7 % — отрицательно, так как он не придерживается здорового образа жизни, 3,8 % — положительно. Среди тех, кто негативно относится к курящему врачу преобладают некурящие (38,9 % и 22,5 % соответственно). Среди тех, кто нейтрально относится к курящему врачу преобладают курящие (70 % и 59,5 % соответственно). Среди не ответивших на данный вопрос также преобладают курящие студенты.

Факторами риска, способствующими формированию отклоняющихся форм поведения, являются определенные социальные характеристики семьи (состав семьи и психологический микроклимат). Установлено, что в неполных семьях чаще происходит более раннее формирование вредных привычек [6—8]. Анализ анкетирования дал краткую социально-экономическую характеристику семьи респондентов. В полной семье (с матерью и отцом) проживает и воспитывается 80,5 % студентов, в неполной семье (с матерью) — 18,1 % и с другими родственниками — 1,4 %. Экономическое положение семьи студентов, имеющих различный статус курения, было приблизительно одинаковым. Таким образом, существенной связи между курением и социально-экономическим положением семьи не выявлено.

Согласно данным экспертов ВОЗ одной из причин начала курения в молодом возрасте является подражание взрослым [1]. Исследования показывают, что вероятность приобщения подростков

к курению в 5 раз выше в курящих семьях [8]. В некурящих семьях курящими становятся не более 25 % детей, в курящих семьях это число превышает 50 %. У многих курение объясняется подражанием курящим друзьям, наиболее авторитетным для них людям. Результаты нашего исследования показали, что в группе курящих студентов процент курящих родителей (особенно отцов) значительно выше, чем в группе некурящих. На вопрос "Курят ли друзья" положительный ответ дало 15,9 % обследованных из группы курящих и только 4,6 % из группы некурящих. На вопрос "Курят ли люди, с которыми хотелось бы общаться" положительный ответ дало 65,8 % курящих студентов и 46,5 % некурящих. Таким образом, среда окружения является весьма агрессивной в отношении навязывания ТК молодым людям.

По данным российских специалистов, курение наносит населению страны огромный вред. Статистические данные свидетельствуют о том, что по сравнению с некурящими длительнокурящие в 13 раз чаще заболевают стенокардией, в 12 раз — инфарктом миокарда, в 10 раз — язвой желудка. Курильщики составляют 96—100 % больных раком легких [4, 9]. При анализе ответов на вопрос "Что Вам известно о последствиях курения для здоровья?" было установлено, что курящие студенты в меньшей степени обладают знаниями о группах болезней, причинно связанных с табачной интоксикацией, нежели бросившие курить или никогда не курившие. Чаще всего как заболевания, связанные с ТК, назывались болезни системы органов дыхания (95,%) и нервной системы (72,2 %). Тем не менее 80,5 % курящих студентов бросили бы курить при резком ухудшении здоровья. Многочисленными исследованиями установлено более широкое распространение (в 4 раза) органических изменений и симптомов нарушений функций органов дыхания у курящих, в том числе молодых курильщиков, по сравнению с некурящими [10, 11]. Установлено, что у курящих значительно чаще, чем у некурящих, встречаются острые заболевания верхних дыхательных путей, которые протекают более тяжело и длительно, с частыми осложнениями.

Результаты исследования показали, что курящие студенты в течение года чаще (в 3 раза и более) болеют острыми респираторными заболеваниями, гриппом, нежели некурящие (9,8 % и 7,3 % соответственно). В настоящее время нет сомнения в том, что курение табака является одной из наиболее важных причин хронических



неспецифических болезней легких [5, 9]. В 82 % случаев хронического бронхита главным этиологическим фактором является курение. На вопрос "Перенесли ли Вы в течение последних трех лет бронхит или воспаление легких" положительно ответило 26,4 % курящих и 18,4 % некурящих студентов. У курящих опрошенных гораздо чаще, нежели у некурящих, определялись симптомы хронического бронхита: кашель по утрам, чаще в зимнее время (16,1 % и 4,1 % соответственно), ежедневный кашель продолжительностью от 1,5 до 3 месяцев в году и более (9,2 % и 2,7 % соответственно), они выделяли мокроту почти каждый день периодически 1,5 месяца и более в году (11,5 % и 2,9 % соответственно). Периоды обострения хронического бронхита в группе курящих наблюдались гораздо чаще (12,6 % и 7,4 %) нежели в группе некурящих. Таким образом, выявлена связь между курением респондента и хроническим бронхитом.

Высокая распространенность курения среди молодежи является неблагоприятным фактором для прогноза здоровья в ближайшем будущем и развития хронической патологии в последующем. Представляет интерес изучение отношения будущих врачей к основным положениям антитабачной концепции. Оказалось, что больше половины, приверженных к ТК, — 54 % прекратили бы курить в результате ухудшения качества табачных изделий, 47,1 % в результате резкого повышения цен на сигареты, 44,8 % — при исчезновении из продажи любимой марки сигарет и 36,8 % при возникновении трудностей с покупкой сигарет. Подавляющее большинство опрошенных (90,7 %) положительно относятся к введению ограничения курения в общественных местах, однако в группе курящих процент согласных с этим положением ниже, нежели в группе никогда не куривших (78,2 % и 96,2 % соответственно).

Социальная реклама профилактики табакокурения все активнее завоевывает внимание россиян, несмотря на то что четверть населения считают ее бесполезной, а треть населения она раздражает [12].

По мнению каждого второго (51 %) участника онлайн-опроса "Глас рунета", социальная реклама необходима россиянам, так как она призывает задуматься над актуальными социальными проблемами. Почти все (93 %) участники опроса выступают за увеличение объемов социальной рекламы в России, а среди наиболее значимых для социальной рекламы тем указывают

пропаганду здорового образа жизни, включая агитацию против курения, употребления алкоголя и наркотиков (82 %). Однако 43 % участников опроса полагают, что в настоящее время влияние социальной рекламы на российское общество невелико и допускают ее существование лишь теоретически.

Около 4 % российских интернет-пользователей уверены в том, что на социальную рекламу никто не обращает никакого внимания, следовательно, в ней нет необходимости. Среди этих респондентов за увеличение объемов социальной рекламы в России выступают, соответственно, 69 % и 5 % респондентов. Различия в оценках места и роли социальной рекламы в российском обществе обусловлены, главным образом, верой в способность социальной рекламы вообще повлиять на поведение человека и личным опытом. Среди тех респондентов, кто уверен в необходимости социальной рекламы для россиян, большинство (55 %) полагают, что она направлена на достижение общественно полезных целей и исключает коммерческий интерес заказчика; 62 % оценивают ее качество положительно. Среди тех, кто считает социальную рекламу для россиян излишней, большинство (65 %) не видят ее отличия от обычной коммерческой рекламы, а 84 % оценивают ее качество негативно.

В рассматриваемом исследовании 37,2 % студентов-медиков продемонстрировали скептицизм в отношении способности социальной рекламы изменить поведение людей, 43,5 % выразили уверенность в том, что в будущем реклама может изменить ситуацию и еще 18 % заметили, что поведение окружающих уже меняется под влиянием социальной рекламы. Необходимо отметить, что курящие студенты-медики менее оптимистично настроены в отношении того, что социальная реклама может изменить курительное поведение. Что касается отношения к "шоковой рекламе" (со страшными картинками), то можно сказать, что 60,5 % студентов-медиков являются ее сторонниками (59,5 % курящих и 61,8 % некурящих). Согласно кодексу ВОЗ одна треть будущих врачей положительно относится к дискриминации курящих в оплате труда, более трети (37,9 %) к дискриминации курящих при трудоустройстве [2]. Следует отметить, что курящие студенты-медики более негативно относятся к дискриминации в оплате труда, нежели некурящие (82,7 % и 60,5 % соответственно) и к дискриминации при трудоустройстве (73,6 % и 55,1 % соответственно).

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о неблагоприятной ситуации с распространением ТК в вузе и низкой информированности будущих врачей о современных способах, помогающих побороть привычку курения. Поэтому первоочередной задачей в решении проблемы ТК является развитие профессиональных знаний и подготовленности студентов-медиков. Необходимо создать систему подготовки будущих врачей в отношении табачной зависимости, ее последствий и методов помощи в отказе от ТК. Эта система, по мнению авторов, должна включать массовое издание и распространение специальных буклетов и методических рекомендаций для врачей, введение специального курса и лекций в медицинских учебных учреждениях. Создание системы антикурительного образования в подготовке будущих врачей — путь к снижению распространенности ТК и формированию у них активного профессионального отношения к ТК. Одновременно это явится эффективной мерой защиты населения от одной из ведущих причин заболеваемости и преждевременной смертности.

Профессия врача предъявляет определенные требования, которые предполагают обладание знаниями и опытом, направленными на продление жизни, сохранение здоровья, предупреждение и лечение заболеваний человека. К сожалению, многие медицинские работники, ясно осознавая серьезную опасность курения, не могут отказаться от пагубной привычки, и тем самым наносят существенный ущерб эффективности антитабачной пропаганды.

Список литературы

1. **WHO** Tobacco Key facts. Updated March 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tobacco> (дата обращения 19.03.2021).
2. **Почему** курение представляет проблему для некурящих людей? / ВОЗ. URL: <https://www.who.int/features/qa/60/ru/> (дата обращения 20.03.2021).
3. **Алпатова Н. С.** Медико-социальные аспекты формирования здорового образа жизни / Под. ред. Н. С. Алпатовой, Т. В. Варфоломеева. — Волгоград: ВГУ, 2014. — 134 с.
4. **Захарова Л. А., Ибатов А. Д., Нагибина Ю. В.** К формированию программ борьбы с табакокурением среди медицинских работников // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2017. — Т. 25. — № 5. — С. 286—289.
5. **Письмо** Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 5 мая 2012 г. № 14-3/10/1-2817 О методических рекомендациях "Оказание медицинской помощи взрослому населению по профилактике и отказу от курения".
6. **Кобзев Е. А., Кузьминов Н. Н.** Личность и черты характера курильщиков в юношеском возрасте // Проблемы современного образования. — 2018. — № 4. — С. 62—68.
7. **Мальцев Е. А., Есенкова Н. Ю.** Исследование взаимосвязи мотивов табакокурения и личностных особенностей лиц с никотиновой зависимостью // Психология 21 века. Психология как наука, искусство и призвание. — 2018. — № 1. — С. 489—492.
8. **Циомо Е. Е.** Особенности формирования никотиновой зависимости у молодых людей в соответствии с доминирующим психическим состоянием // Молодой ученый. — 2019. — № 2.1 (240.1). — С. 47—49. URL: <https://moluch.ru/archive/240/55628/> (дата обращения: 19.03.2021).
9. **Чичерин Л. П., Щепин В. О., Никитин М. В.** К вопросу усиления медико-социального раздела первичной медико-санитарной помощи детям и подросткам в России // Общественное здоровье и здравоохранение. — 2020. — Т. 66. — № 2. — С. 18—24.
10. **Елфимова И. В., Елфимов Д. А., Шумель А. И., Лебедева Д. И., Кручинин Е. В.** Практические аспекты оказания медицинской помощи при отказе от курения // Медицинская наука и образование Урала. — 2020. — Т. 21. — № 3. — С. 95—98.
11. **Dergacheva E. N., Fomicheva M. L.** Basic approaches to Smoking Prevention at Medical Institutions: Methodical Recommendations. — Novosibirsk, 2013. — 29 p.
12. **Terskikh M. V.** Apellyatsiya k kontseptu vreda v diskurse sotsialnoy reklamy // Politicheskaya lingvistika. — 2016. — No. 6 (60). — P. 213—222.

E. V. Malinina, Associate Professor, e-mail: vahnenko_elena@mail.ru,
V. A. Dubinkin, Professor of Department, **N. Yu. Markova**, Student,
A. A. Ohanyan, Student, Pacific State Medical University, Vladivostok

Medical and Social Aspects of Tobacco Smoking among Students

The study of the prevalence of smoking among future doctors, the motivation and intensity of tobacco smoking, the socio-psychological aspects of TC, the attitude to the anti-tobacco concept is considered. 223 people aged 20—28 years were surveyed. The number of boys was 71 (31.8 %), girls — 152 (68.2 %). The presented results indicate an unfavorable situation with the spread of TC in medical schools and a low awareness of future doctors about modern methods that help to overcome the smoking habit. Therefore, the primary task in solving the problem of TC is the development of professional knowledge and training of medical students, the creation of



a system of anti-smoking education in the training of future doctors — the way to reduce the prevalence of TC and the formation of their active professional attitude to TC.

Keywords: tobacco smoking, prevalence, medical and social aspects, medical students

References

1. **WHO** Tobacco Key facts. Updated March 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tobacco> (date of access 19.03.2021).
2. **Why** is smoking a problem for non-smokers? / WHO. URL: <https://www.who.int/features/qa/60/ru/> (date of access 20.03.2021).
3. **Alpatova N. S.** Medico-social aspects of the formation of a healthy lifestyle. Ed.: N. S. Alpatova, T. V. Varfolomeeva. Volgograd: VGU, 2014. 134 p.
4. **Zakharova L. A., Ibatov A. D., Nagibina Yu. V.** On the formation of tobacco control programs among medical workers. *Problems of social hygiene, health care and the history of medicine*. 2017. Vol. 25. No. 5. P. 286—289.
5. **Letter** of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation dated May 5, 2012. N. 14-3/10/1-2817 About the methodological recommendations "Providing medical care to the adult population for the prevention and cessation of smoking".
6. **Kobzev E. A., Kuzminov N. N.** Personality and character traits of smokers in adolescence. *Problems of modern education*. 2018. No. 4. P. 62—68.
7. **Maltsev E. A., Esenkova N. Yu.** Investigation of the relationship between tobacco smoking motives and personal characteristics of people with nicotine addiction. *Psychology of the 21st century. Psychology as a science, art and vocation*. 2018. No. 1. P. 489—492.
8. **Tsiomo E. E.** Features of the formation of nicotine dependence in young people in accordance with the dominant mental state. *Young Learned*. 2019. No. 2.1 (240.1). P. 47—49. URL: <https://moluch.ru/archive/240/55628/> (date of access 19.03.2021).
9. **Chicherin L. P., Shchepin V. O., Nikitin M. V.** On the issue of strengthening the medical and social section of primary health care for children and adolescents in Russia. *Public health and healthcare*. 2020. Vol. 66. No. 2. P. 18—24.
10. **Elfimova I. V., Elfimov D. A., Shumel A. I., Lebedeva D. I., Kruchinin E. V.** Practical aspects of medical care in smoking cessation. *Medical science and education of the Urals*. 2020. Vol. 21. No. 3. P. 95—98.
11. **Dergacheva E. N., Fomicheva M. L.** Basic approaches to Smoking Prevention at Medical Institutions: Methodical Recommendations. Novosibirsk, 2013. 29 p.
12. **Terskiikh M. V.** Apellyatsiya k kontseptu vreda v diskurse sotsialnoy reklamy. *Politicheskaya lingvistika*. 2016. No. 6 (60). P. 213—222.

Информация

Продолжается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2021 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, Стромьинский 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 630.432

В. Ю. Косыгин, д-р геол.-минер. наук, вед. науч. сотр., проф., e-mail: kosyginv@inbox.ru, Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, Хабаровск, **В. Д. Катин**, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: katinvd@mail.ru, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, **М. Х. Ахтямов**, д-р биол. наук, проф., директор института, зав. кафедрой, **М. В. Илявин**, аспирант, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Применение асимптотической теории экстремальных значений к моделированию рисков возникновения крупных лесных пожаров

Рассмотрена возможность применения асимптотической теории экстремальных значений к анализу рисков возникновения максимальных по площади ежегодных лесных пожаров. В качестве исходного материала были использованы данные по площадям лесных пожаров, произошедших на территории южной части Хабаровского края России за период времени с 1968 по 2017 г. Для каждого года из рассматриваемого периода времени отбирался максимальный по площади лесной пожар. Всего таких пожаров за этот период времени было отобрано 50. В результате анализа этих данных показано, что генеральная совокупность площадей таких пожаров (откуда была отобрана выборка) имеет распределение вероятностей максимальных значений I типа. Получено аналитическое выражение для функции распределения вероятностей этой генеральной совокупности. На основе анализа этого распределения дан прогноз рисков возникновения и средние периоды повторяемости таких пожаров для различных значений площади горения. Проведенный анализ показал, что в 87,5 % случаев на территории южной части Хабаровского края будут происходить максимальные по площади лесные пожары почти каждый год.

Ключевые слова: функция распределения вероятностей, средний период повторяемости, асимптотическая теория экстремальных значений, лесные пожары, прогноз рисков, максимальные по площади ежегодные пожары, критерий согласия, выборка, генеральная совокупность, чрезвычайная ситуация

Введение

Лесные пожары являются одним из самых опасных видов чрезвычайных ситуаций (ЧС). В связи с этим особенно актуальными являются вопросы прогнозирования, оценки риска возникновения и периодов повторяемости возможных крупных лесных пожаров.

Исследования по этой проблеме основаны на анализе метеорологических и в том числе синоптических данных (температура воздуха, количество осадков, влажность воздуха, скорость и направление ветра и т. д.), сведений о составе леса (средняя высота, частота древостоя, видовой состав, площадь и форма лесного массива) и рельефа местности. На основе комплексного анализа этих данных строятся соответствующие модели и уже на основе последних осуществляется прогноз пожарной обстановки [1–3].

Поскольку для лесного пожара характерны случайность возникновения, а также случайность и сложность его распространения, то исследования, основанные на использовании вероятностно-статистических методов обработки таких параметров пожаров, как площадь, время горения, количество пожаров в год, ущерб, затраты на тушение и т. д., также являются весьма актуальными при анализе пожарной обстановки того или иного конкретного региона [4–6].

Настоящая статья посвящена вопросам применения статистики экстремальных значений к прогнозированию и оценке риска возникновения максимальных по площади ежегодных лесных пожаров на примере территории южной (наиболее заселенной и освоенной) части Хабаровского края России, где проблема возникновения и предотвращения лесных пожаров стоит особенно остро.



Под южной частью края подразумевается его территория, расположенная южнее 53° северной широты. Общая площадь этой территории составляет 394 тыс. км², из них площадь территории, покрытой лесом, составляет 262 тыс. км², т. е. 66,5 % от площади всей этой территории. Последняя цифра почти в 1,5 раза выше, чем в среднем по всей России. Ежегодный размер материального ущерба, причиняемый пожарами в южной части Хабаровского края, огромен, и составляет в среднем около 10 млрд руб.

Из вышеизложенного следует, что проблема оценки риска возникновения и предупреждения крупных лесных пожаров является весьма актуальной.

Риск возникновения той или иной ЧС, в частности пожара, включает в себя два аспекта: это собственно вероятность этого события и материальные потери, связанные с ним. Ясно, что если рассматривать все пожары: малые, средние и большие, то частота (вероятность) возникновения малых и средних пожаров будет существенно выше частоты крупных, но редких пожаров, приносящих при этом большой материальный ущерб. Причины возникновения таких пожаров многообразны и связаны в основном с поздним их обнаружением (в большинстве случаев по метеоусловиям), с несвоевременной доставкой или с невозможностью доставки сил и средств в район этих пожаров, с невозможностью тушения пожара в связи со сложным условием рельефа. Все это приводит к увеличению сроков ликвидации пожара и, как следствие, к огромным выгоревшим площадям.

Традиционные методы теории вероятностей и математической статистики, используемые при прогнозировании и оценке риска возникновения пожаров, не дают исчерпывающей информации для оценки риска возникновения крупных пожаров, так как вероятность возникновения последних по сравнению с пожарами с малой или средней площадью выгорания будет всегда мала.

Поиск специальных методов анализа и прогнозирования риска возникновения экстремальных по своим параметрам событий привел к созданию так называемой асимптотической теории вероятностей экстремальных значений, которая в основном имеет дело с одинаково распределенными независимыми случайными величинами и со свойствами распределения их максимума [7—9]. Данная теория нашла свое приложение во многих областях науки и техники: в анализе паводковой ситуации на реках, в исследованиях прочности материалов, в сейсмологии, в авиации,

при анализе катастрофических погодных явлений и во многих других областях.

Применение этой теории к анализу многолетних данных об экстремальных по площади ежегодных лесных пожарах до сих пор было осложнено отсутствием достаточного количества (минимум 50 лет) многолетних данных по этой проблеме.

В рамках приложения теории экстремальных значений к прогнозированию и оценке риска возникновения крупных пожаров проанализированы максимальные по площади ежегодные лесные пожары, произошедшие на территории южной части Хабаровского края в период времени с 1968 по 2017 г.

Цель исследования: определить возможность применения асимптотической теории экстремальных значений к моделированию рисков возникновения максимальных по площади ежегодных лесных пожаров.

Материалы и методы

В качестве исходного материала в исследовании использованы данные по площадям лесных пожаров, предоставленные краевым государственным учреждением "Дальневосточная база авиационной охраны лесов" — единым информационным и координационным центром по тушению лесных пожаров на территории Хабаровского края России, где аккумулируются все сведения по лесным пожарам, произошедшим в Хабаровском крае. Сюда входят данные наземных наблюдений (наблюдение с вышек, патрулирование по специально разработанным маршрутам), авиационного мониторинга и спутниковые данные дистанционного зондирования Земли из космоса. При этом спутниковые данные представляют главную часть системы мониторинга лесных пожаров в России, интенсивно развиваются и применяются на практике в течение последних 25 лет [10].

В целях дальнейшего исследования для каждого года рассматриваемого периода времени с 1968 по 2017 г. отбирали максимальный по площади лесной пожар. Всего таких пожаров за этот период времени было отобрано 50 (по количеству лет в периоде).

В табл. 1 приведены значения максимальных площадей ежегодных лесных пожаров, а также построенный на их основе вариационный ряд максимальных (по годам) площадей пожаров x_i ($i = 1, \dots, 50$), упорядоченных по возрастанию величины площади.

Так как данные выборки представлены максимальными значениями площадей ежегодных лесных пожаров, то генеральная совокупность



Таблица 1

**Максимальные (по годам) значения площадей лесных пожаров,
произошедших в южной части Хабаровского края в период с 1968 по 2017 г.**

<i>i</i>	Год	Максимальная площадь пожара, км ²	Вариационный ряд максимальных площадей пожара x_i , км ²	<i>i</i>	Год	Максимальная площадь пожара, км ²	Вариационный ряд максимальных площадей пожара x_i , км ²
1	1968	74,5	14	26	1993	291,2	171,2
2	1969	171,2	22,1	27	1994	121,1	171,3
3	1970	265,4	29,7	28	1995	65,3	182,4
4	1971	22,1	40	29	1996	165,2	189,8
5	1972	160,5	46,3	30	1997	252,2	194
6	1973	83,7	58,2	31	1998	124,1	200
7	1974	152,4	65,3	32	1999	159,8	204,5
8	1975	331,5	74,5	33	2000	321,1	210,1
9	1976	414,3	83,7	34	2001	133,4	219,7
10	1977	204,5	95,3	35	2002	146,5	227,7
11	1978	219,7	96	36	2003	408,5	231,2
12	1979	104,3	104,3	37	2004	138	240,5
13	1980	95,3	105	38	2005	151	252,2
14	1981	112,5	112,5	39	2006	301,3	265,4
15	1982	189,8	117,7	40	2007	96	268,9
16	1983	46,3	121,1	41	2008	105	291,2
17	1984	200	124,1	42	2009	526	301,3
18	1985	342,3	133,4	43	2010	40	321,1
19	1986	117,7	138	44	2011	194	331,5
20	1987	231,2	146,5	45	2012	227,7	342,3
21	1988	182,4	151	46	2013	58,2	360,9
22	1989	360,9	152,4	47	2014	210,1	408,5
23	1990	423	159,8	48	2015	14	414,3
24	1991	268,9	160,5	49	2016	240,5	423
25	1992	171,3	165,2	50	2017	29,7	526



площадей таких пожаров (откуда была отобрана выборка) должна иметь так называемое распределение максимальных значений. Одним из основных результатов теории максимальных значений является тот факт, что любое распределение максимальных значений должно принадлежать к одному из трех единственно возможных типов распределений [7–9]:

Тип I — распределение Гумбеля:

$$F(y) = \exp(-\exp(-y)), \quad -\infty < y < \infty. \quad (1)$$

Тип II — распределение Фреше:

$$F(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 0 \\ \exp(-y^{-k}), & \text{при } k > 0, y > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Тип III — распределение типа Вейбулла:

$$F(y) = \begin{cases} \exp(-(-y)^k), & \text{при } k > 0, y \leq 0 \\ 1 & y > 0, \end{cases} \quad (3)$$

где $y = \frac{x - \mu}{\lambda}$ для распределений типов I и II,

$y = \frac{\mu - x}{\lambda}$ для распределения типа III; μ — параметр положения, $\mu > 0$; λ — параметр масштаба, $\lambda > 0$; k — безразмерный параметр формы, $k > 0$.

Из приведенных выше трех типов распределений чаще всего применяется распределение типа I. Поэтому рассмотрим его в первую очередь. Предположим, что распределение максимальных значений площадей ежегодных лесных пожаров в Хабаровском крае относится к типу I и проверим правильность этого предположения. Для распределения максимальных значений типа I (1) формула, описывающая функцию распределения вероятностей $F(x)$, имеет следующий вид:

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(\frac{-(x - \mu)}{\lambda}\right)\right), \quad (4)$$

где параметр положения μ — здесь мода; λ — параметр масштаба.

Оценим параметры распределения μ и λ . Для этого по данным выборки сначала вычислим выборочное среднее \bar{x} и выборочное среднее квадратичное отклонение S .

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} = 189,312, \quad (5)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} = 115,412, \quad (6)$$

где x_i — член выборки с порядковым номером i ; $n = 50$ — объем выборки.

Тогда статистические оценки параметров распределения μ и λ , полученные методом моментов, будут выглядеть следующим образом [11]:

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{x} - 0,4501S = 137,365, \\ \lambda &= 0,7297S = 84,216. \end{aligned} \quad (7)$$

Подставив полученные статистические оценки (7) для параметров μ и λ в формулу (4) для $F(x)$, окончательно получим функцию распределения вероятностей $F(x)$ генеральной совокупности максимальных значений площадей ежегодных лесных пожаров:

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(\frac{-(x - 137,365)}{84,216}\right)\right). \quad (8)$$

В качестве основной статистической гипотезы выдвинем гипотезу H о том, что генеральная совокупность максимальных значений площадей ежегодных лесных пожаров на территории южной части Хабаровского края действительно имеет распределение вероятностей $F(x)$, описываемое формулой (8). Для проверки справедливости этой гипотезы выберем критерий согласия χ^2 Пирсона [12]. Статистика этого критерия $\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$

имеет χ^2 -распределение при $n \rightarrow \infty$ со степенями свободы $k = m - r - 1$, где m — число интервалов разбиения вариационного ряда; r — число параметров теоретического распределения $F(x)$; p_i — теоретические вероятности, определяемые по формуле $p_i = F(x_{i+1}) - F(x_i)$, здесь x_i и x_{i+1} соответственно левая и правая границы i -го интервала разбиения вариационного ряда; n_i — число членов вариационного ряда x_i , попадающие в i -й интервал разбиения; n — объем выборки. Так как односторонний критерий более "жестко" отвергает гипотезу H , чем двусторонний, создадим правостороннюю критическую область, определяемую следующим выражением:

$$P[\chi^2 > \chi_{кр}^2(\alpha, k)] = \alpha,$$

где α — уровень значимости; $\chi_{кр}^2(\alpha, k)$ — критическое значение, определяемое по таблицам распределения χ^2 для данного уровня значимости α и k степеней свободы. Тогда область принятия гипотезы H определится неравенством $\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2(\alpha, k)$, где $\chi_{набл}^2$ — наблюдаемое значение критерия χ^2 .

Определение наблюдаемого значения критерия $\chi^2_{\text{набл}}$

i	Интервал ($x_i - x_{i+1}$), км ²	Эмпирические частоты n_i	Вероятности p_i	Теоретические частоты np_i	$(n_i - np_i)^2$	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
1	14...70	7	0,101	5,05	3,802	0,753
2	70...140	12	0,258	12,90	0,81	0,063
3	140 ... 210	13	0,261	13,05	0,0025	0,00019
4	210...280	8	0,175	8,75	0,563	0,064
5	280...350	5	0,095	4,75	0,063	0,013
6 } 7 } 6	350...420 } 420...526 }	3 } 2 } 5	0,048 } 0,029 } 0,077	2,40 } 1,45 } 3,85	1,322	0,343
	Σ	50	0,967	—	—	$\chi^2_{\text{набл}} = 1,236$

Для практического применения критерия согласия Пирсона были соблюдены следующие необходимые для этого условия: объем выборки должен быть не менее 50, каждый интервал разбиения должен содержать не менее 5 членов вариационного ряда, интервалы, содержащие менее 5 членов, объединялись [13].

Этапы вычисления наблюдаемого значения критерия χ^2 представлены в табл. 2, где в первом столбце таблицы расположены номера интервалов разбиения i вариационного ряда. Во втором столбце — границы этих интервалов.

Оптимальное число m интервалов разбиения вариационного ряда при данном объеме выборки $n = 50$ взято в соответствии с формулой Х. Стерджеса [13]:

$$m = 1 + 3,322 \lg(n) \approx 7.$$

Учитывая, что в шестом и седьмом интервалах разбиения число попадающих в них членов вариационного ряда ($n_6 = 3$, $n_7 = 2$) меньше 5, эти два интервала были объединены в один с тем, чтобы полученный интервал содержал бы уже 5 членов вариационного ряда. В таблице объединение шестого и седьмого интервалов обозначено фигурными скобками.

Так как новое число интервалов разбиения (с учетом объединения двух крайних интервалов) $m = 6$, а число оцениваемых параметров распределения λ и μ равно 2 ($r = 2$), то число степеней свободы $k = m - r - 1 = 6 - 2 - 1 = 3$. По таблице χ^2 -распределения [12] для числа степеней свободы $k = 3$ и уровня значимости $\alpha = 0,05$ найдено критическое значение $\chi^2_{\text{кр}}(0,05; 3) = 7,82$.

Так как наблюдаемое значение критерия $\chi^2_{\text{набл}} = 1,236 < 7,82$, т. е. меньше его критического значения, то расхождение между теоретическим и эмпирическим распределениями можно считать

незначимым, а гипотеза H_0 о том, что генеральная совокупность максимальных значений площадей ежегодных лесных пожаров на юге Хабаровского края имеет распределение вероятностей $F(x)$, описываемое формулой (8), согласуется с данными выборки (см. табл. 1).

Аналогичная проверка на соответствие данным выборки была проведена и для распределения экстремальных значений типа II (2). Проверка показала, что расхождение между теоретическим и эмпирическим распределениями в этом случае является значимым, а само распределение не согласуется с данными выборки.

Распределение экстремальных значений типа III (3) имеет место лишь для распределений величин, значения которых сосредоточены на ограниченной сверху части числовой оси, тогда как такая случайная величина, как максимальная площадь ежегодных лесных пожаров, может быть сколь угодно большой и сверху не ограничена.

Таким образом, с большой долей вероятности можно считать доказанным тот факт, что генеральная совокупность величин максимальных площадей годовых пожаров, из которой отобрана выборка (см. табл. 1), имеет закон распределения вероятностей типа I, описываемый формулой (8).

Результаты

Основным результатом проведенных исследований следует считать получение аналитического выражения для функции распределения вероятностей максимальных по площади ежегодных лесных пожаров на территории южной части Хабаровского края. Показано, что это распределение относится к типу I экстремальных распределений и несет в себе полную информацию о распределении максимальных по площади ежегодных пожаров.



Вероятностное распределение площадей максимальных ежегодных пожаров

Интервалы ($a-b$) площадей пожаров, км ²	$P(a-b)$	$T(a-b)$, годы	Интервалы ($a-b$) площадей пожаров, км ²	$P(a-b)$	$T(a-b)$, годы
(10...50)	0,055	18	(350...400)	0,037	27
(50...100)	0,149	7	(400...450)	0,022	46
(100...150)	0,199	5	(450...500)	0,013	77
(150...200)	0,188	5	(500...550)	0,0074	135
(200...250)	0,144	7	(550...600)	0,0043	233
(250...300)	0,097	10	(600...650)	0,0025	400
(300...350)	0,061	16			

На основе анализа этого распределения дан прогноз рисков (вероятностей) возникновения и средних периодов повторяемости таких пожаров для различных интервалов значений площади горения. Результаты соответствующих расчетов приведены в табл. 3, где a , b — нижняя и верхняя границы интервала площадей пожаров; $P(a-b)$ — вероятность того, что величина площади максимального в году пожара будет находиться в пределах интервала значений ($a-b$); $T(a-b)$ — средний период повторяемости такого события. Эти величины вычислялись по следующим формулам:

$$P(a-b) = F(b) - F(a), \quad (9)$$

$$T(a-b) = 1/P(a-b), \quad (10)$$

где F — функция распределения вероятностей (8).

Анализ результатов расчетов, приведенных в табл. 3, позволяет сделать прогноз относительно рисков возникновения максимальных по площади ежегодных лесных пожаров и периодов их повторяемости на территории южной части Хабаровского края.

Проведенный расчет показал, что с вероятностью 0,875, или в 87,5 % случаев на территории южной части Хабаровского края будут возникать максимальные по площади ежегодные лесные пожары площадью от 50 до 400 км² с интервалом повторяемости 1,2 года. То есть почти каждый год, за исключением тех редких случаев, когда будут происходить пожары другой площади.

Так, небольшие пожары площадью 10...50 км² будут происходить с вероятностью 0,055, или в 5,5 % случаев со средним периодом повторяемости 18 лет. Большие пожары площадью от 450 до 650 км² будут происходить с вероятностью 0,027, или в 2,7 % случаев со средним периодом повторяемости 37 лет, а возникновение пожаров площадью более 650 км² практически невозможно. В табл. 3 содержится более детальная информация о вероятностном распределении площадей

максимальных ежегодных лесных пожаров и периодов их повторяемости.

Заключение

Основным результатом проведенных исследований следует считать получение аналитического выражения для функции распределения вероятностей максимальных по площади ежегодных лесных пожаров для территории южной части Хабаровского края России. Показано, что это распределение относится к типу I экстремальных распределений и несет в себе полную информацию о распределении максимальных по площади ежегодных лесных пожаров.

На основе анализа полученного распределения дан прогноз рисков возникновения и средних периодов повторяемости таких пожаров для различных интервалов значений площади горения. Результаты проведенных исследований по статистическому анализу максимальных по площади ежегодных лесных пожаров могут быть полезны при планировании и разработке противопожарных мер по минимизации их негативных воздействий.

Список литературы

1. Кулешов Л. Л., Мышецкая Е. Е. Математическое моделирование лесных пожаров с применением двумерных многофазных моделей // Математическое моделирование. — 2005. — № 17 (1). — С. 34–42.
2. Гинзбург Г. М., Соколова Г. В. Влияние температуры поверхности океанов и алеутской депрессии на лесопожарную обстановку в районах Дальнего Востока // Метеорология и гидрология. — 2014. — № 7. — С. 53–60.
3. Соколова Г. В., Макогонов С. В. Разработка методики лесопирологического прогноза (на примере Дальнего Востока) // Метеорология и гидрология. — 2013. — № 4. — С. 12–18.
4. Козлов А. Ю., Черняева Н. А., Шишов В. Ф. Прогнозирование вероятности возникновения лесных пожаров // Экономика и управление. — 2013. — № 3. — С. 31–35.
5. Крюкова М. С. Анализ динамики статистики пожаров // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). — 2018. — № 3. — С. 16–21.
6. Подольская А. С., Ершов Д. В., Шуляк П. П. Применение метода оценки вероятности возникновения лесных

- пожаров в ИСДМ-Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2011. — № 8 (1). — С. 118—126.
7. **Быков А. А.** Приложения асимптотической теории вероятностей экстремальных значений к прогнозированию риска экстремальных чрезвычайных ситуаций // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. — 2012. — № 2 (1). — С. 53—63.
 8. **Гумбель Э.** Статистика экстремальных значений. — М.: Мир, 1965. — 452 с.
 9. **Лидбеттер М., Линдгрэн Г., Ротсен Х.** Экстремумы случайных последовательностей и процессов. — М.: Мир, 1989. — 392 с.
 10. **Стыценко Ф. В., Барталев С. А., Иванова А. А., Лупян Е. А., Сычугов И. Г.** Возможности оценки площадей лесных пожаров в регионах России на основе данных спутникового детектирования активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2016. — Т. 13. — № 6. — С. 189—298.
 11. **Вадзинский Р. Н.** Справочник по вероятностным распределениям. — СПб.: Наука, 2001. — 295 с.
 12. **Ивченко Г. И., Медведев Ю. И.** Введение в математическую статистику. М.: Изд-во ЛКИ, 2017. — 600 с.
 13. **Кобзарь А. И.** Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 816 с.

V. Yu. Kosygin, Professor, Leading Researcher, e-mail: kosyginv@inbox.ru, Computing Center of the Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Khabarovsk,
V. D. Katin, Professor of Chair, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk,
 Pacific State University, Khabarovsk, **M. H. Akhtyamov**, Director of Institute, Head of Chair,
M. V. Ilyavin, Postgraduate, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

Application of the Asymptotic Theory of Extreme Values to Risk Simulation of Breaking-out of Large Forest Fires

Issues of applying the asymptotic theory of extreme values to the risks analysis of breaking-out of the largest-area yearly forest fires, were considered. As original material, the paper authors used data on areas of the forest fires occurring in the south of Russia's Khabarovsk Territory from 1968 to 2017. For each year, the largest-area forest fire was selected from the considered period of time. In all, 50 fires were selected for this period of time (according to quantity of the years in the period). This sample analysis showed that the general population of these fires areas (where the sample was selected) has probability distribution of extreme values of the first type. An analytical expression for the probability distribution function of this general population was received. On the basis of this distribution analysis, a forecast was made concerning risks of the breaking-out and the average recurrence periods of such fires for various values of the burning area. The conducted analysis showed that in 87.5 % of cases, in the south of Khabarovsk territory, the largest-area yearly forest fires, with an area of from 50 to 400 km², will break out with the 1.2 years recurrence interval. In other words, almost every year, with the exception of these rare events when fires with other areas will occur. It was supposed that the probability distribution of extreme values of the first type can be applied not only to the forest area of Russia's Khabarovsk territory, but also to other zones in the world with large forest areas.

Keywords: probability distribution function, average recurrence period, asymptotic theory of extreme values, forest fires, risk forecast, the largest-area yearly fires, fitting criterion, sample, general totality, extreme situation

References

1. **Kuleshov L. L., Myshechkaya E. E.** Matematicheskoe modelirovanie lesnykh pozharov s primeneniem dvumernykh mnogofaznykh modelej. *Matematicheskoe modelirovanie*. 2005. No. 17 (1). P. 34—42.
2. **Ginzburg G. M., Sokolova G. V.** Vliyanie temperatury poverhnosti okeanov i aleutskoj depressii na lesopozharnuyu obstanovku v rajonah Dal'nego Vostoka. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2014. No. 7. P. 53—60.
3. **Sokolova G. V., Makogonov S. V.** Razrabotka metodiki lesopirologicheskogo prognoza (na primere Dal'nego Vostoka). *Meteorologiya i gidrologiya*. 2013. No. 4. P. 12—18.
4. **Kozlov A. Yu., Chernyaeva N. A., Shishov V. F.** Prognozirovanie veroyatnosti vozniknoveniya lesnykh pozharov. *Ekonomika i upravlenie*. 2013. No. 3. P. 31—35.
5. **Kryukova M. S.** Analiz dinamiki statistiki pozharov. *Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty)*. 2018. No. 3. P. 16—21.
6. **Podol'skaya A. S., Ershov D. V., Shulyak P. P.** Primenenie metoda ocenki veroyatnosti vozniknoveniya lesnykh pozharov v ISDM-Rosleskhov. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2011. No. 8 (1). P. 118—126.
7. **Bykov A. A.** Prilozheniya asimptoticheskoy teorii veroyatnostej ekstremal'nykh znachenij k prognozirovaniyu riska ekstremal'nykh chrezvychajnykh situacij. *Strategiya grazhdanskoj zashchity: problemy i issledovaniya*. 2012. No. 2 (1). P. 53—63.
8. **Gumbel' E.** Statistika ekstremal'nykh znachenij. Moscow: Mir, 1965. 452 p.
9. **Lidbetter M., Lindgren G., Rotsen H.** Ekstremumy sluchajnykh posledovatel'nostej i processov. Moscow: Mir, 1989. 392 p.
10. **Styckenko F. V., Bartalev S. A., Ivanova A. A., Lupyan E. A., Sychugov I. G.** Vozmozhnosti ocenki ploshchadej lesnykh pozharov v regionah Rossii na osnove dannykh sputnikovogo detektirovaniya aktivnogo gorenija. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2016. Vol. 13. Np. 6. P. 189—298.
11. **Vadzinskij R. N.** Spravochnik po veroyatnostnym raspredelenijam. Saint-Petersburg: Nauka, 2001. 295 p.
12. **Ivchenko G. I., Medvedev Yu. I.** Vvedenie v matematicheskuyu statistiku. Moscow: Izd-vo LKI, 2017. 600 p.
13. **Kobzar' A. I.** Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov. Moscow: FIZMATLIT, 2012. 816 p.



УДК 372.862

С. В. Тарасов, канд. техн. наук, доц. кафедры,
Д. Ю. Пигусов, ст. преп., e-mail: d.pigusov@mail.ru,
А. С. Ткачев, зам. начальника кафедры, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, **Н. С. Тарасова**, адъюнкт, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

Повышение уровня тактической подготовки обучающихся по дисциплине "Пожарная тактика" в высших образовательных учреждениях МЧС России

Представлена новая методика проведения деловой игры по дисциплине "Пожарная тактика" (далее — методика) с обучающимися профильных вузов системы МЧС по направлениям подготовки 20.05.01 "Пожарная безопасность" и 20.03.01 "Техносферная безопасность", обеспечивающая повышение их уровня тактической подготовки в рамках подготовки руководителя тушения пожара (далее — РТП). Основной целью данной методики является привитие навыков обучающимся по организации и управлению силами и средствами на месте пожара при проведении боевых действий по тушению пожаров на различных объектах. Рассмотрено содержание и последовательность методики, а также результаты подготовки обучающихся в Академии ГПС МЧС России с использованием предлагаемой методики.

Ключевые слова: подготовка руководителя тушения пожара, деловая игра, методика проведения деловой игры по дисциплине "Пожарная тактика", управление силами и средствами на пожаре

Введение

Успех тушения любого пожара на различных объектах зависит от уровня тактической подготовки руководителя тушения пожара (далее — РТП).

Тактическая подготовка обучающихся Академии ГПС МЧС России в рамках подготовки РТП для пожарно-спасательных гарнизонов субъектов Российской Федерации осуществляется по основной профилирующей дисциплине "Пожарная тактика".

Главным принципом тактической подготовки является: "Учить подчиненных тому, что необходимо при ведении боевых действий на пожаре" [1].

Основными высшими формами тактической подготовки РТП (далее — формы) в структурных подразделениях и учреждениях МЧС России [1—4] являются практические учебные занятия с личным составом подразделений пожарной охраны на различных объектах, а именно:

— решение пожарно-тактических задач на объекте;

— проведение пожарно-тактических учений на объекте.

Главной целью при реализации данных форм в учебном процессе является развитие у обучающихся (будущих РТП) тактического мышления,

позволяющего принимать в кратчайшие сроки правильные решения на пожаре, отдавать краткие, четкие распоряжения (приказания) участникам тушения пожара и контролировать их исполнение [2].

Основными задачами рассматриваемых форм обучения [2] является приобретение знаний и формирование способностей у обучающихся в процессе:

— изучения и отработки алгоритма действий начальника караула (РТП-1) при выезде, следовании, по прибытию к месту пожара и при его ликвидации [5];

— изучения особенностей тушения пожаров на объекте;

— изучения пожарной опасности и оперативно-тактической характеристики объекта, в том числе его системы противопожарной защиты;

— осуществления прогнозирования обстановки на пожаре с использованием документов предварительного планирования действий по тушению пожаров и проведения аварийно-спасательных работ;

— проведения анализа явлений, протекающих при развитии и тушении пожара;

— прогнозирования и оценки обстановки, складывающейся на пожаре, с учетом ее возможного осложнения;

— определения решающего направления по ведению боевых действий на пожаре исходя из основных условий по его определению [6];

— определения достаточности сил и средств и номера (ранга) пожара;

— отдачи распоряжений (приказаний) лично-му составу подразделений пожарной охраны на ведение боевых действий по тушению пожаров;

— боевого применения пожарной техники и пожарного оборудования с учетом их тактико-технических характеристик (тактических возможностей);

— организации работы личного состава подразделений пожарной охраны с использованием средств защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде;

— организации связи и ведения радиообмена на пожаре;

— управления силами и средствами на пожаре.

Основополагающими нормативными документами МЧС России при организации, подготовке и проведении перечисленных форм обучения являются документы в работах [1, 2, 7].

В настоящее время в образовательных учреждениях МЧС России существуют сложности в организации и проведении практических учебных занятий с обучающимися по решению пожарно-тактических задач и пожарно-тактических учений на реальных объектах в субъектах Российской Федерации. Основными причинами данной проблемы являются:

— большое количество учебных групп;

— большое количество обучающихся на курсе;

— неудобное для администрации (руководства) объектов время проведения учебных практических занятий на объекте;

— несогласование администрацией (руководством) объектов проведения практических занятий с элементами боевого развертывания подразделений (отделений) пожарной охраны на основных и специальных пожарных автомобилях;

— недостаточное количество тренировочных объектов (комплексов) для отработки боевых действий обучающимися в роли РТП.

Предлагаемая методика проведения деловой игры по дисциплине "Пожарная тактика"

В век информационных и цифровых технологий как альтернативу, а не подмену рассмотренных выше форм обучения предлагается в организации учебного процесса по изучению дисциплины "Пожарная тактика" применять методику

проведения деловых игр (групповых упражнений), разработанную авторами данной статьи, на основе информационных баз Центрального аппарата МЧС России, главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, ФГБОУ ВО Академии ГПС МЧС России.

Пять электронно-информационных баз заложены в основу учебно-методического обеспечения деловых игр, а именно:

— нормативные правовые документы;

— учебная и справочная литература;

— учебные фильмы и видеоматериалы, раскрывающие особенности объектов различного назначения;

— планы и карточки тушения пожаров объектов;

— материалы исследования крупных пожаров, происшедших в субъектах Российской Федерации с фото- и видеоматериалами.

Для качественного проведения деловых игр (групповых упражнений) по дисциплине "Пожарная тактика" заблаговременно:

— в учебных группах обучающиеся распределяются по учебным коллективам из расчета пять обучающихся в одном коллективе;

— преподавателем формируются материал и презентация на деловую игру (план проведения деловой игры) с учетом темы учебного занятия и высылаются обучающимся на электронную почту.

В каждом учебном коллективе назначаются нештатные должностные лица на пожаре: первый РТП (РТП-1), второй РТП (РТП-2), начальник штаба (НШ), начальник тыла (НТ), ответственный за охрану труда на пожаре [6].

Проведение деловой игры (групповых упражнений) по дисциплине "Пожарная тактика" с учебными коллективами предлагается методически выстроить в следующем порядке:

— ознакомление с темой, целями учебного занятия;

— ознакомление с основными нормативными правовыми документами;

— ознакомление с основной учебной литературой;

— ознакомление с порядком проведения учебного занятия в соответствии с презентацией на деловую игру;

— изучение основных нормативных документов, определяющих порядок и особенности организации тушения пожара на рассматриваемом объекте;



— опрос (в целях повышения уровня остаточных знаний) обучающихся по знанию требований нормативных правовых документов;

— просмотр видеофильма "Объект — изнутри" для ознакомления с конструктивными и технологическими особенностями объекта, противопожарной системой защиты и его пожарной опасности;

— изучение плана или карточки тушения пожара объекта;

— ознакомление с 3D панорамой объекта в поисковой системе Яндекс интернета (при наличии);

— разбор оперативно-тактической характеристики объекта с обучающимися;

— изучение материала исследования крупного пожара: карточки действий по тушению пожара; карточки исследования пожара; выписки из расписания выездов подразделений пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ; таблицы основных показателей сосредоточения сил и средств, развития и тушения пожара; радиообмен при следовании и тушении пожара; описания пожара; совмещенный график изменения площади пожара, требуемого и фактического расходов огнетушащих веществ во времени; план-схемы расстановки сил и средств на пожаре (на моменты прибытия РТП-1, локализации и ликвидации пожара; материалы разбора пожара; видео- и фотоматериалы), происшедшем на объекте;

— разбор с обучающимися материалов исследования пожара, происшедшего на объекте;

— подготовка отчета по выполнению задания деловой игры: "Управление силами и средствами при тушении пожара на объекте" (далее — отчет).

Отчет оформляется и защищается у преподавателя каждым учебным коллективом самостоятельно.

В разделах отчета обучающимся предлагается:

— провести анализ действий нештатных должностных лиц (РТП-1, РТП-2, НШ, НТ, ответственного за охрану труда на пожаре) по тушению пожара на объекте [8];

— обосновать состав и количество привлеченных сил и средств для тушения пожара на объекте на основании расчета сил и средств для тушения пожара;

— раскрыть управление силами и средствами на пожаре с формулированием распоряжений (приказаний), отдаваемых участникам тушения пожара на объекте, и информации в форме радиообмена на пожаре;

— разработать частный алгоритм действий начальника караула (РТП-1) при выезде, следовании, по прибытию к месту пожара и при его ликвидации (далее — частный алгоритм действий) [5];

— осуществить на план-схеме объекта расстановку сил и средств на тушение пожара в соответствии с принятыми решениями по тушению пожара, используя условные обозначения и допускаемые сокращения, приведенные в Боевом уставе (приложения № 10—11), утвержденном приказом МЧС России от 16.10.2017 № 444 [6].

Итогом деловой игры (группового упражнения) по дисциплине "Пожарная тактика" является защита учебными коллективами у преподавателя подготовленного и оформленного отчета в электронном виде.

Порядок защиты отчетов с учетом количества нештатных должностных лиц, определенных в каждом учебном коллективе, включает в себя пять этапов:

— заслушивание РТП-1 по анализу действий нештатных должностных лиц по тушению пожара на рассматриваемом объекте и по частному алгоритму действий, разработанному на основании общего алгоритма действий, приведенного в учебно-методическом пособии [5];

— заслушивание НШ по обоснованию привлеченных сил и средств для тушения пожара на объекте со своими предложениями;

— заслушивание РТП-2 по управлению силами и средствами на пожаре и расстановки сил и средств на план-схеме объекта для тушения пожара, разработанного на основании предложений учебного коллектива;

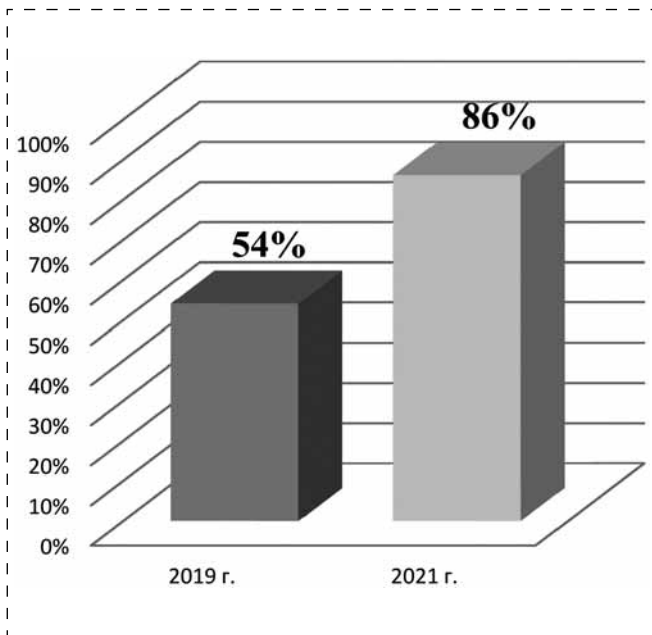
— заслушивание НТ по организации подачи огнетушащих средств на тушение пожара;

— заслушивание ответственного по охране труда на пожаре по вопросам организации безопасности участников тушения пожара при ведении боевых действий по тушению пожаров на объекте;

— подведение итогов по защите отчета и доклада учебного коллектива.

Заключение

В настоящее время рассмотренная методика проведения деловых игр (групповых упражнений) активно применяется в учебном процессе по дисциплине "Пожарная тактика" и позволила выпускникам Академии получить хорошие



Результативность усвоения знаний учащимися выпускных курсов по дисциплине "Пожарная тактика" по годам

знания в области организации тушения пожаров на объектах различного назначения.

В 2021 г. на базе учебно-тренировочного комплекса Академии ГПС МЧС России (далее — Академии) планируется адаптировать и применять эту методику для подготовки обучающихся в Академии.

Сравнительный анализ усвоения знаний выпускниками Академии в 2019 и 2021 гг. по тактической подготовке, проведенный выборочно в учебных группах, представлен на рисунке.

Для повышения уровня качества знаний по тактической подготовке у выпускников Академии по дисциплине "Пожарная тактика" до 100 % предлагается рассматриваемую методику деловых игр применять с элементами управления подразделением (отделениями) и боевого развертывания основных пожарных автомобилей Учебной пожарной части в комплексе (далее — комплексная деловая игра).

В 2019 г. в рамках Общеакадемической деловой игры с выпускниками Академии проводилась комплексная деловая игра по теме: "Тушение пожара на 10-м этаже 3-го учебного корпуса Академии ГПС МЧС России".

Однако качество знаний выпускников по дисциплине "Пожарная тактика" зависит не только от форм и методик проведения учебных занятий, а также от компетенции и квалификации профессорско-преподавательского состава Академии, наличия желания у учащихся овладеть профессиональными знаниями в области тушения пожаров на различных объектах, а также от уровня базовых знаний, полученных учащимися в средней образовательной школе по общеобразовательным дисциплинам.

Более полный и объективный анализ повышения уровня тактической подготовки обучающихся в Академии планируется провести в течение пяти лет — по результатам аттестации выпускников в пожарно-спасательных гарнизонах на право осуществления руководства тушением пожаров и ликвидацией чрезвычайных ситуаций [9].

Список литературы

1. **Приказ** МЧС России от 26.10.2018 № 472 "Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны".
2. **Организационно-методические указания** по тактической подготовке начальствующего состава ФПС МЧС России от 28.06.2007, утвержденные Главным военным экспертом МЧС России Плат П. В.
3. **Приказ** МЧС России от 20.10.2017 № 452 "Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны".
4. **Приказ** МЧС России от 25.10.2017 № 467 "Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах".
5. **Тарасов С. В., Пигусов Д. Ю., Шкунов С. А.** и др. Организация тушения пожаров на объектах различного назначения: Часть II: Учеб.-метод. пособие. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. — 138 с.
6. **Приказ** МЧС России от 16.10.2017 № 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ".
7. **Приказ** МЧС России от 28.02.2020 № 129 "О внесении изменений в некоторые нормативные правовые акты МЧС России в области пожарной безопасности".
8. **Приказ** Минтруда России от 24.12.2020 № 881н "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны".
9. **Приказ** МЧС России от 20.10.2017 № 450 "Об утверждении Порядка проведения аттестации на право осуществления руководства тушением пожаров и ликвидацией чрезвычайных ситуаций".



S. V. Tarasov, Associate Professor, D. Yu. Pigusov, Senior Lecturer, e-mail: d.pigusov@mail.ru, A. S. Tkachev, Deputy Head of Department, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, N. S. Tarasova, Postgraduate, Saint Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia

Improving the Level of Tactical Training of Students in the Discipline "Fire Tactics" in Higher Educational Institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia

A new method of conducting a business game on the discipline "Fire tactics" (hereinafter referred to as the method) with students of specialized universities of the Ministry of Emergency Situations in the training areas 20.05.01 fire safety and 20.03.01 technosphere safety, which provides an increase in their level of tactical training in the framework of training the head of fire extinguishing (hereinafter referred to as RTP). The main purpose of this technique is to instill the skills of students in the organization and management of forces and means at the scene of a fire during combat operations to extinguish fires at various facilities. The content and sequence of the methodology, as well as the results of the training of students of the Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia with its use, are considered.

Keywords: training of a fire extinguishing manager, business game, methods of conducting a business game in the discipline "Fire tactics", management of forces and means in a fire

References

1. **Order** of the EMERCOM of Russia No. 472 of 26.10.2018 "On Approval of the Procedure for Training Fire Protection Personnel".
2. **Organizational and methodological** guidelines for the tactical training of the commanding staff of the FPS of the EMERCOM of Russia from 28.06.2007, approved by the Chief Military Expert of the EMERCOM of Russia Plat P. V.
3. **Order** of the EMERCOM of Russia dated 20.10.2017 No. 452 "On Approval of the Charter of Fire Protection Units".
4. **Order** of the Ministry of Emergency Situations of Russia of 25.10.2017 No. 467 " On Approval of the Regulations on Fire and Rescue Garrisons".
5. **Tarasov S. V., Pigusov D. Yu., Shkunov S. A.** et al. Organization of fire extinguishing at objects of various purposes. Part II: studies.-method. manual. Moscow: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. 138 p.
6. **Order** of the EMERCOM of Russia of 16.10.2017 No. 444 "On Approval of the Combat Charter of Fire Protection Units, which Defines the Procedure for Organizing Fire Extinguishing and Conducting Emergency Rescue Operations".
7. **Order** of the EMERCOM of Russia of 28.02.2020 No. 129 "On Amendments to Certain Regulatory Legal Acts of the EMERCOM of Russia in the field of fire safety".
8. **Order** of the Ministry of Labor of the Russian Federation No 881n of 24.12.2020 "On Approval of the Rules for Labor Protection in Fire Protection Units".
9. **Order** of the Ministry of Emergency Situations of Russia No. 450 dated 20.10.2017 "On Approval of the Procedure for Certification for the Right to Manage Fire Extinguishing and Emergency Response".

Информация

Interpolitex/Интерполитех 2021

25-я Международная выставка средств обеспечения безопасности государства

Даты проведения: 19.10.2021—22.10.2021 гг.

Место проведения: Выставка достижений народного хозяйства (ВДНХ) (Москва, Россия)

Тематические разделы выставки

- Международная выставка полицейской и военной техники
- Международный военно-технический салон
- Специализированная выставка технических средств охраны и обеспечения безопасности границы «Граница»
- Специализированная экспозиция «Системы охраны, безопасности и противопожарной защиты»

<https://www.interpolitex.ru/>

УДК 504.73; 631.618

В. Г. Двуреченский, канд. биол. наук, доц. кафедры, e-mail: dvu-vadim@mail.ru, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
Ф. Е. Козыбаева, д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр.,
Г. Б. Бейсева, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У. У. Успанова, Алматы, Казахстан

Особенности содержания тяжелых металлов в растениях, произрастающих под негативным воздействием предприятий цветной металлургии Рудного Алтая

В местах добычи и переработки полезных ископаемых происходит нарушение геохимических связей в ландшафте, так как на поверхность выносятся коренные породы в виде отвалов горных пород, сливаются в реки загрязненные в процессе производства воды и выпускаются в воздух отработанные газы. Не удивительно, что в результате такого мощного воздействия происходит загрязнение естественных экосистем тяжелыми металлами и неметаллами. В статье отражены особенности содержания тяжелых металлов в растительном покрове, подвергающемся интенсивному воздействию предприятий цветной металлургии.

Ключевые слова: техногенные ландшафты, тяжелые металлы, растительный покров, экологическая катастрофа

Введение

Защита окружающей среды является одной из важнейших задач современного общества. Техногенная нагрузка на естественные ландшафты при добыче и первичной переработке полезных ископаемых разрывает биологические связи в экосистеме посредством полного уничтожения растительного и почвенного покрова. Нарушается геохимия ландшафта [1], так как на поверхность выносятся глубинные породы с набором элементов, отличающихся от химического состава естественных экосистем. При полном цикле производства продукции цветной металлургии создаются карьеры и шахты, отвалы горных пород, строятся шламо- и хвостохранилища. Заводы и названные объекты, расположенные, как правило, недалеко от заводов, отравляют почву, воды и воздух, т. е. негативно влияют на рядом расположенные естественные ландшафты.

К наиболее токсичным химическим элементам, по классификации Дж. Вуда, относятся серебро (Ag), золото (Au), кадмий (Cd), кобальт (Co), медь (Cu), ртуть (Hg), никель (Ni), свинец (Pb), платина (Pt), сурьма (Sb), селен (Se), рубидий (Rb) и теллур

(Te) [2]. Основными загрязнителями среди химических элементов считаются мышьяк (As), кадмий (Cd), медь (Cu), ртуть (Hg), свинец (Pb) и цинк (Zn), так как их накопление в окружающей среде происходит высокими темпами и они являются наиболее частыми компонентами антропогенных элементохимических ассоциаций [3].

Многие тяжелые металлы и неметаллы способны внедряться в физиологически важные органические соединения, тем самым, нарушая их участие в процессах клеточного и тканевого обмена живых организмов. В связи с этим у растений снижается рост и ухудшается их качество. Такие растения вовлекаются в пищевую цепочку, ведущую к животным и человеку. При высоком загрязнении окружающей среды происходит гибель микроорганизмов, низших и высших растений, летальные исходы у животных и человека.

Накопление тяжелых металлов в организме человека осуществляется, в основном, в результате поступления с пищей и, в меньшей степени, за счет воды и вдыхаемого воздуха. Среди пищевых продуктов наиболее загрязненными являются продукты растительного происхождения, на долю



которых в общем поступлении тяжелых металлов в организм человека приходится до 80 %; наименее загрязненными являются продукты животного происхождения.

Исходя из этого, необходимо тщательно изучать растения, произрастающие рядом с металлургическими предприятиями, карьерами, рудниками, отвалами, хранилищами и отстойниками и т. п. На этих территориях возможно загрязнение растительного покрова тяжелыми металлами, которые по цепочке биологического круговорота попадают в организм человека, как напрямую, так и через животных.

Выбросы предприятий черной и цветной металлургии переносятся на большие расстояния: отмечалось накопление тяжелых металлов на расстоянии 10...15 км и далее от источника загрязнения. В некоторых работах отмечалось загрязнение луговой травы на расстоянии 12 км от свинцово-цинкового предприятия [4]. Вблизи него (до 1,5 км) накопление цинка и свинца в почве и растениях было так велико, что использование растительности в пищу животным и человеку становилось опасным для здоровья и жизни. В той же работе [4] отмечалось, что включение в рацион питания продуктов растительного и животного происхождения, получаемых в радиусе 2,5 км от завода, может приводить к превышению рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) норм потребления свинца, цинка и кадмия.

Вызывают большой интерес полученные данные исследования растительного покрова вблизи предприятий цветной металлургии в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан (Рудный Алтай), граничащей с Республикой Алтай, которая, как известно, позиционируется как исключительно экологически чистая территория Российской Федерации. Расстояние от объекта исследования до границы с Россией составляет около 40 км; до города Горно-Алтайска и Телецкого озера около 250 км по прямой линии на карте. Роза ветров предполагает перенос некоторого количества поллютантов из промышленно развитого и испытывающего огромную отрицательную экологическую нагрузку Рудного Алтая на территорию Горного Алтая. Подобное деление территории границами или степенью антропогенеза чисто номинальное. Алтай — сопряженный, цельный регион и требует комплексного исследования и экологического мониторинга.

Цель исследования: оценить экологическую ситуацию, сложившуюся в результате негативного

воздействия свинцово-цинкового завода, входящего в корпорацию "Казцинк". Были поставлены задачи:

1. Изучить распределение химических элементов в растениях, так как "изучение особенностей аккумуляции тяжелых металлов в растениях важно для оценки состояния самого растения, так и для понимания процессов круговорота веществ, для работ по экологическому мониторингу, для получения экологически безопасной продукции" [5].

2. Выявить количество содержания тяжелых металлов в древесных и кустарниковых растениях, произрастающих на территории, подвергающейся непосредственному влиянию завода. Определить соотношения содержания тяжелых металлов в загрязненном растительном веществе к незагрязненному.

3. Установить количество тяжелых металлов в злаковой растительности. Сравнить содержание элементов в надземной и подземной части злаков.

4. Определить уровень содержания тяжелых металлов поэлементно.

5. Дать экологическую оценку техногенному ландшафту.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили разнообразные виды растений, которые ранее, в рамках Международного научного проекта "Влияние горно-металлургических предприятий на окружающую среду, почвенно-мелиоративные и биологические методы реабилитации загрязненных ландшафтов", были высажены на техногенно загрязненную территорию в пределах санитарно-защитной зоны свинцово-цинкового завода. В качестве контроля взяты образцы частей растений в рядом расположенных естественных ландшафтах.

Предприятие находится в черте города Риддер. Площадь участка, выбранного для изучения, равна 1 га. Участок имеет уклон к малой реке Филипповке, шириной около 3 м, которая протекает по территории завода и города. В связи с уклоном участка в ходе исследования было выделено три зоны (верхняя, средняя и нижняя). На опытной территории произрастают как вручную высаженные, так и фоновые растения. Растительный покров крайне беден и находится в угнетенном состоянии. Отмечаются эрозионные почвенные процессы в виде промоин и стоков в направлении реки.

Для проведения количественного элементного анализа тяжелых металлов использовался атомно-абсорбционный спектрометр "Квант-2А".

Результаты и обсуждение

Экологический и биологический мониторинг техногенно загрязненных территорий невозможен без исследования свойств растений. Растения — видимые индикаторы состояния окружающей среды. Они накапливают тяжелые металлы как из почвы, так и из воздуха, тем самым характеризуют два пути их поступления: корневой и фолитарный (через листья). На поступление тяжелых металлов в растения влияют: а) вид растения; б) тип почвы; в) концентрация, форма нахождения тяжелых металлов; г) рН почвы и ее гранулометрический состав; д) содержание органических веществ; е) емкость поглощения катионов в почве; ж) наличие источников загрязнения. В одних и тех же растениях содержание химических элементов может быть различным, что зависит от разных концентраций и неравномерного распределения в почве подвижных соединений элементов.

Для сравнения полученных значений содержания тяжелых металлов в растениях использовались данные усредненного элементарного химического состава растений, произрастающих в благоприятных экологических условиях, представленные в табл. 1 [6].

Еще в 1952 г. А. П. Виноградов утверждал, что в формировании элементарного химического состава растений и в жизненных процессах растений участвуют все химические элементы [7]. Данные табл. 1 послужили отправной точкой для настоящего исследования и показали, что в незагрязненном растительном веществе изначально присутствует некоторая доля тяжелых металлов, которые при накоплении могут стать загрязнителями. Насыщенность растительной массы тяжелыми металлами в разные фазы развития растений может различаться в 2—3 раза. Химические элементы, как правило, распределяются по растению неравномерно: больше накапливаются в стеблях и листьях, меньше — в органах запасающих веществ (табл. 2). По данным работы [5] возрастные и сезонные колебания концентраций тяжелых металлов в течение онтогенеза растений могут различаться в 3—10 раз.

Как показало исследование растительных образцов на опытном участке, концентрации некоторых тяжелых металлов превышают значения их содержания в незагрязненном растительном

Содержание тяжелых металлов в незагрязненном растительном веществе

Элемент	Содержание сухого вещества, мг/кг	Элемент	Содержание сухого вещества, мг/кг
Fe	20...300	Ni	0,1...1,0
Zn	15...150	Cr	0,1...0,5
Cu	3,0...40	Co	0,01...0,3
Pb	0,1...5,0	Cd	0,05...0,2
Mo	0,2...1,0	Hg	0,001...0,01

веществе: кадмий и свинец — во всех видах растений, в их надземной и подземной массе. Исключение составляют злаки, у которых даже в корневой системе концентрации кадмия и свинца находятся на минимуме, и не превышают используемые параметры (см. табл. 1). Содержание цинка вариabельно, так как количество элемента в незагрязненном веществе варьируется от 15 мг/кг до 150 мг/кг сухого вещества (см. табл. 1). Тем не менее практически во всех растениях отмечается превышение границы содержания или близкие к пограничным значения (кроме злаков). Масса меди во всех образцах не превышает допустимые значения. Определяются самые низкие концентрации меди в корнях злаков. Количество никеля и кобальта не превышает концентрацию данных тяжелых металлов в незагрязненном растительном веществе.

Соотношения содержания тяжелых металлов загрязненного растительного вещества к незагрязненному (табл. 3) показывают, что растительность накапливает в основном кадмий. Показатели меди — самые низкие из всего списка тяжелых металлов во всех без исключения растительных образцах. Больше всего цинка содержится в ветках и листьях ясеня. Свинец интенсивно накапливается в хвое сосны обыкновенной.

Немаловажную роль в распределении и накоплении тяжелых металлов играет экспозиция склона. В растениях, произрастающих в нижней части участка, которая находится ближе к заводу и имеет (соответственно) подчиненную позицию, определяется тенденция к более высокому содержанию тяжелых металлов по сравнению с растениями верхней части территории.

Во всех без исключения растительных образцах концентрации тяжелых металлов выше, чем в контрольных растениях, произрастающих в близлежащих естественных экосистемах.



Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов
в растительности исследуемой территории, мг/кг**

Объект	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Co
Сосна обыкновенная (хвоя)	20,43	1,77	4,82	244	0,29	0,04
Сосна обыкновенная (хвоя, контроль*)	12,54	0,57	2,17	110	0,11	0,01
Сирень (листья, ветки)	12,14	4,38	5,50	375	0,20	0,06
Сирень (листья, ветки, контроль)	7,95	2,66	3,30	221	0,20	0,07
Ясень ланцетный (листья, ветки)	14,00	4,53	5,76	475	0,20	0,08
Ясень ланцетный (листья, ветки, контроль)	10,36	3,38	6,33	310	0,22	0,07
Береза повислая (листья, ветки)	16,36	3,23	4,64	276	0,16	0,05
Береза повислая (листья, ветки, контроль)	8,15	2,33	3,86	249	0,20	0,05
Вьюн (средняя часть, нижняя часть, корни)	7,88	1,94	4,74	137	0,21	0,05
Вьюн (средняя часть, нижняя часть, корни, контроль)	6,06	1,08	3,65	143	0,40	0,06
Калина обыкновенная (листья)	9,27	1,71	3,77	134	0,21	0,04
Калина обыкновенная (листья, контроль)	4,87	0,24	1,12	55	0,09	0,01
Ива желтая (листья, ветки)	11,44	4,30	4,53	346	0,26	0,09
Ива желтая (листья, ветки, контроль)	5,60	1,84	2,67	210	0,80	0,05
Снежноягодник (листья, ветки)	8,50	2,01	3,16	210	0,28	0,05
Снежноягодник (листья, ветки, контроль)	7,54	2,61	4,90	305	0,21	0,07
Тополь лавролистный (ветки)	11,46	3,40	4,21	287	0,21	0,08
Тополь лавролистный (ветки, контроль)	11,94	3,21	4,19	280	0,24	0,08
Злаки (надземная масса)	0,01	0,1	0,003	0,01	0,21	0,07
Злаки (надземная часть, корни)	0,12	0,07	0,20	3,90	0,59	0,03
Злаки (надземная часть, корни, контроль)	0,07	0,02	0,13	2,18	0,21	0,02

* В качестве контроля материал для исследования брался в близлежащих естественных ландшафтах

**Отношение содержания тяжелых металлов
в загрязненном растительном веществе к незагрязненному (мг/кг)**

Объект	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Co
Сосна обыкновенная (хвоя)	4,09*	8,85	0,12	1,63	0,29	0,13
Сосна обыкновенная (хвоя, контроль)	2,51	2,85	0,05	0,73	0,11	0,03
Сирень (листья, ветки)	2,43	21,90	0,14	2,50	0,20	0,20
Сирень (листья, ветки, контроль)	1,59	13,30	0,08	1,47	0,20	0,23
Ясень ланцетный (листья, ветки)	2,80	22,65	0,14	3,17	0,20	0,27
Ясень ланцетный (листья, ветки, контроль)	2,07	16,90	0,16	2,07	0,22	0,23
Береза повислая (листья, ветки)	3,27	16,15	0,12	1,84	0,16	0,17
Береза повислая (листья, ветки, контроль)	1,63	11,65	0,10	1,66	0,20	0,17
Вьюн (средняя часть, нижняя часть, корни)	1,58	9,70	0,12	0,91	0,21	0,17
Вьюн (средняя часть, нижняя часть, корни, контроль)	1,21	5,40	0,09	0,95	0,40	0,20
Калина обыкновенная (листья)	1,85	8,55	0,09	0,89	0,21	0,13
Калина обыкновенная (листья, контроль)	0,97	1,20	0,03	0,37	0,09	0,03
Ива желтая (листья, ветки)	2,29	21,50	0,11	2,31	0,26	0,30
Ива желтая (листья, ветки, контроль)	1,12	9,20	0,07	1,40	0,80	0,17
Снежогодник (листья, ветки)	1,70	10,05	0,08	1,40	0,28	0,17
Снежогодник (листья, ветки, контроль)	1,51	13,05	0,12	2,03	0,21	0,23
Тополь лавролистный (ветки)	2,39	16,05	0,10	1,87	0,24	0,27
Тополь лавролистный (ветки, контроль)	2,29	17,00	0,11	1,91	0,21	0,27
Злаки (надземная масса)	0,01	0,10	0,00	0,01	0,21	0,07
Злаки (надземная часть, корни)	0,02	0,35	0,00	0,03	0,59	0,10
Злаки (надземная часть, корни, контроль)	0,01	0,10	0,00	0,00	0,21	0,07

* Для расчета отношения бралась верхняя граница содержания тяжелых металлов в незагрязненном растительном веществе (см. табл. 1)

В течение вегетационного периода содержание химических элементов загрязнителей в растениях может изменяться. Одна из причин — неспособность потока элементов, поступающих из почвы в растения, поддерживать определенную концентрацию в течение всей вегетации. В середине лета темп прироста является максимальным и при поступлении тяжелых металлов в растения происходит их разбавление. Поэтому в середине лета в растениях может содержаться наименьшая концентрация тяжелых металлов, чем ранней весной или осенью. Из этого следует, что большая опасность представляет первая весенняя трава. Несмотря на то что образцы растений отобраны в конце лета, тем не менее, полученные данные показывают общее накопление тяжелых металлов в растениях, которое сохраняется весь вегетационный период (см. табл. 2 и 3).

Изменение концентрации или максимальное накопление тяжелых металлов в наземной части растений также могут происходить в летние месяцы. Причины этого — временные изменения движения воздуха, неодинаковая насыщенность потоков химическими элементами, различная интенсивность выбросов и стоков с завода и др.

Диапазон толерантности растений имеет видовую принадлежность и зависит от токсичности металла. Это подтверждают и полученные данные. Например, злаки более толерантны, чем древесные и кустарниковые виды, а цинк (Zn) менее токсичен, по сравнению с кадмием (Cd) [8].

Признаки загрязнения и избытка элемента для всех видов растений более или менее одинаковы. При постепенном возрастании концентрации ионов наблюдается последовательное угнетение растительного организма: торможение роста, хлороз листьев, некрозы верхушек и краев листьев, отмирание корней. На опытной территории на растение действует высокая концентрация элементов-загрязнителей как воздушным путем, так и поступлением из почвы. Поэтому последовательность проявления признаков деградации растений нарушается: выпадают первые стадии угнетения и появляются признаки глубокого нарушения процессов жизнедеятельности. В результате избыточного содержания элементов в среде обитания уменьшается высота растения, сокращаются размеры органов, изменяется их структура.

Не вызывает сомнения то, что чувствительность растений к неблагоприятным воздействиям особенно высока на ранних стадиях вегетации. Избыточные концентрации тяжелых металлов в растениях негативно влияют на процессы обмена

веществ, которые могут замедляться, не завершаться, не начинаться и т. д. Набор реакций различных растений на появление в тканях высокой концентрации химических элементов примерно одинаков — это угнетение ферментативной способности, снижение синтеза белка и фотосинтеза, ослабление энергетических центров, нарушение водного обмена и др.

Внешнее загрязнение менее опасно для растений, чем то, которое происходит через корни. Не всегда отрицательное воздействие осевшей на растениях техногенной пыли или кислотной росы обусловлено содержащимися в ней химическими элементами-загрязнителями. Оно может быть связано с сокращением притока солнечной энергии к клеткам, закупоркой устьиц, химическими процессами, вызываемыми кислотными компонентами.

В данном исследовании установлено, что растения подвергаются интенсивному воздействию как через корневую систему (в большей степени), так и посредством внешнего загрязнения (в меньшей степени). Таким образом, растения не накапливают тяжелые металлы, а наоборот, тяжелые металлы накапливаются в растениях, так как они в него поступают, проникают в результате высокой концентрации в окружающей среде. Хотя любое растение может до определенного предела накапливать химические элементы, если они ему необходимы для участия в обмене веществ, при дефиците их в окружающей среде. Основная часть поступивших в растения элементов-загрязнителей задерживается в ветвях и листьях, и возвращается в почву после их отмирания и опада, и может повторно поступать в растения, если не будет закреплена в почвенно-поглощающем комплексе.

Говоря об устойчивости растений к элементам-загрязнителям, нельзя не учитывать буферную способность почвы. Это способность почвы противостоять изменению почвенных свойств при воздействии на нее различных факторов. Буферность почвы по отношению к тяжелым металлам — это возможность почвы уменьшать их подвижность, что ограничивает негативное влияние на почвенные организмы, снижает поступление в растения, ослабляет миграцию.

Многими исследователями установлено, что в инактивации избыточных в почве ионов участвуют тонкодисперсные минеральные частицы, гумусовые кислоты, полуторные окислы, а также реакция среды и окислительно-восстановительный потенциал, а ведущими процессами

являются процессы обмена, комплексообразования и хелатирования, хемосорбция.

Анализ материалов исследований других ученых позволяет сделать вывод о том, что буферность почвы по отношению к избыточным катионам обеспечивается гумусом, тогда как по отношению к избыточным анионам — оксидами и гидроксидами железа (Fe) и алюминия (Al). Процессы сорбции являются важным моментом взаимоотношений между почвой и поступающими в нее тяжелыми металлами [9—11], а сорбированные ионы становятся основным источником формирования потока химических элементов из почвы в растения.

Экологическая ситуация, сложившаяся в окружающих свинцово-цинковый завод ландшафтах, оценивается как катастрофическая. Разорваны биологические связи между составными элементами экосистемы: продуцентами, консументами первого и второго порядков и редуцентами. Предполагается, что даже при проведении рекультивационных и мелиоративных мероприятий по очистке почвы от тяжелых металлов, ландшафт никогда не вернется в первоначальное состояние и долгое время будет загрязненным.

Тем не менее необходимо проводить реабилитационные мероприятия, которые сводятся к инактивации избыточных химических элементов, к ослаблению их воздействия на живые организмы, к уменьшению их содержания в растениях. Общедоступными методами детоксикации тяжелых металлов в почве служат внесение извести и применение органических удобрений.

При известковании почвы поступление тяжелых металлов в растения уменьшается. Это объясняется тем, что: 1) при увеличении pH тяжелые металлы выпадают из почвенного раствора в осадок в виде карбонатов, фосфатов, гидроксидов; 2) при росте pH и содержания ионов кальция уменьшается способность корней растений к поглощению тяжелых металлов, особенно свинца; 3) известкование благоприятствует образованию комплексов органических веществ почвы с тяжелыми металлами.

Применение органических удобрений (навоза, торфа) позволило бы использовать свойство многих органических соединений к комплексообразованию с тяжелыми металлами. Образующиеся органоминеральные комплексы малоподвижны или неспособны к преодолению клеточных мембран корневых систем растений. Немаловажный момент — органические удобрения обогащают почву органическим углеродом и элементами питания растений.

Для детоксикации можно применять биологические приемы. Они сводятся к выращиванию на загрязненных участках толерантных растений и фитомелиорации. При фитомелиорации обеспечивается максимальный вынос загрязнителей из почвы. Но при этом необходимо решать вопрос с последующей утилизацией выращенных культур, так как они для использования непригодны.

К растениям фитомелиорантам относятся такие растения, как житняк гребенчатый, пырей пустынный, горчица сарептская, кострец безостый, пырей ползучий, мятлик луговой, т. е. виды, обладающие способностью быстро адаптироваться к конкретным условиям, устойчиво формировать фитомассу и переносить высокую концентрацию химических элементов [12]. Тополь обладает способностью к значительному выносу загрязнителей с листвой.

На загрязненных почвах экономически и экологически приемлемым должно быть выращивание фуражных, технических и других сельскохозяйственных культур. На загрязненных тяжелыми металлами территориях необходимо стремиться к созданию санитарно-защитных растительных насаждений из видов, способных выдерживать высокую техногенную нагрузку.

Выводы

1. Химические элементы в растениях распределяются неравномерно: в ветках и листьях древесных и кустарниковых видов накапливаются больше; в органах запасающих веществ злаков — меньше.

2. Содержание тяжелых металлов в древесных и кустарниковых растениях, произрастающих на территории, подверженной непосредственному влиянию завода, высокое, что вызвано большим содержанием тяжелых металлов во всех компонентах окружающей среды.

3. Наименьшее количество тяжелых металлов в злаковой растительности. В надземной и подземной массе злаков тяжелые металлы не превышают их содержания в незагрязненном растительном веществе.

4. Растения на техногенно загрязненной территории в основном накапливают кадмий, свинец и цинк. Количество данных элементов значительно превышает их содержание в незагрязненном растительном веществе.

5. Экологическое состояние техногенного ландшафта оценивается как катастрофическое.



Список литературы

1. Сагт Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды — М.: Недра, 1990. — 335 с.
2. Wood J. M. Diologicalcicles for toxic elements in the environment // *Science*. — 1974. — Vol. 183. — P. 1049–1059.
3. Ильин В. Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва—растение. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. — 220 с.
4. Vetter H., Mühlhop R., Fruchtenicht K. Immisionstoffbelastung in der Nachbarschaft einer Blei- und Zinkhtte // *Ber. über Landwirtschaft*. — 1974. — Bd. 52, H. 2. — P. 327–350.
5. Панин М. С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья / Отв. ред. В. Б. Ильин; М-во науки и высш. образования Респ. Казахстан. Гос. ун-т "Семей". — Семипалатинск: Семей, 1999. — С. 41.
6. Baker D. E., Chesnin L. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health // *Advances in Agronomy*. — 1975. — Vol. 27. — P. 306–366.
7. Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. — М.: Изд-во АН СССР, 1952. — С. 7–20.
8. Карпова Е. А., Потатуева Ю. А. Кадмий в почвах, растениях и удобрениях // Химизация сельского хозяйства — 1990. — № 2. — С. 44–47.
9. Соколова Т. А., Мотузова Г. В., Малинина М. С., Обуховская Т. Д. Химические основы буферности почв. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 108 с.
10. Мотузова Г. В. Природа буферности почв к внешним химическим воздействиям // Почвоведение. — 1994. — № 4. — С. 46–52.
11. Пинский Д. Л. Ионнообменные процессы. — Пушкино, 1997. — 166 с.
12. Буравцев В. Н., Крылова Н. П. Современные технологические схемы фиторемедиации загрязненных почв (обзор) // Сельскохозяйственная биология. — 2005. — № 5. — С. 67–74.

V. G. Dvurechenskij, Associate Professor, e-mail: dvu-vadim@mail.ru,

Novosibirsk State Architectural and Construction University,

F. E. Kozybayeva, Professor, Chief Researcher, G. B. Beiseeva, Chief Researcher,

Kazakh Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, Kazakhstan

Features of the Content of Heavy Metals in Plants Growing under the Negative Impact of Non-Ferrous Metallurgy Enterprises in Rudny Altai

In places where minerals are mined and processed, geochemical ties in the landscape are disrupted, since bedrocks are brought to the surface in the form of dumps of rocks, water contaminated during the production process is discharged into rivers and exhaust gases are released into the air. It is not surprising that as a result of such a powerful impact, natural ecosystems are polluted with heavy metals and non-metals. The article reveals the peculiarities of the content of heavy metals in the vegetation, which is subjected to intensive influence by a non-ferrous metallurgy enterprise.

Conclusions: 1. Chemical elements in plants are unevenly distributed: more accumulate in branches and leaves of tree and shrub species; in the organs of storing substances of cereals — less. 2. The content of heavy metals in woody and shrub plants growing on the territory directly affected by the plant is high, which is caused by the high content of heavy metals in all components of the environment. 3. The smallest amount of heavy metals is found in cereal vegetation. In the aboveground and underground mass of cereals, heavy metals do not exceed their content in uncontaminated plant matter. 4. Plants in technologically polluted areas mainly accumulate cadmium, copper and zinc. Their amount significantly exceeds the content of these elements in uncontaminated plant matter. 5. The ecological state of the technogenic landscape is assessed as catastrophic.

Keywords: technogenic landscapes, heavy metals, vegetation cover, ecological disaster

References

1. Sayet Yu. Ye., Revich B. A., Yanin Ye. P. et al. Geokhimiya okruzhayushchey sredy. Moscow: Nedra, 1990. 335 p.
2. Wood J. M. Diologicalcicles for toxic elements in the environment // *Science*. 1974. Vol. 183. P. 1049–1059.
3. П'ин В. В. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 220 p.
4. Vetter H., Mühlhop R., Fruchtenicht K. Immisionstoffbelastung in der Nachbarschaft einer Blei- und Zinkhtte. *Ber. über Landwirtschaft*. 1974. Bd. 52, H. 2. P. 327–350.
5. Panin M. S. Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov rasteniyami Semipalatinskogo Priirtysh'ya / Отв. ред. В. Б. П'ин; М-во науки и высш. образования Респ. Казахстан. Гос. ун-т "Семей". Semipalatinsk: Semey, 1999. P. 41.
6. Baker D. E., Chesnin L. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health. *Advances in Agronomy*. 1975. Vol. 27. P. 306–366.
7. Vinogradov A. P. Osnovnyye zakonornosti v raspredelenii mikroelementov mezhdru rasteniyami i sredoy. *Mikroelementy v zhizni rasteniy i zhivotnykh*. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1952. P. 7–20.
8. Karpova Ye. A., Potatuyeva Yu. A. Kadmiy v pochvakh, rasteniyakh i udobreniyakh. *Khimizatsiya sel'skogo khozyaystva*. 1990. No. 2. P. 44–47.
9. Sokolova T. A., Motuzova G. V., Malinina M. S., Obukhovskaya T. D. Khimicheskiye osnovy bufernosti pochv. Moscow: Izd-vo MGU, 1991. 108 p.
10. Motuzova G. V. Priroda bufernosti pochv k vneshnim khimicheskim vozdeystviyam. *Pochvovedeniye*. 1994. No 4. P. 46–52.
11. Pinskiy D. L. Ionoobmennyye protsessy. Pushchino, 1997. 166 p.
12. Buravtsev V. N., Krylova N. P. Sovremennyye tekhnologicheskkiye skhemy fitoremediatsii zagryaznennykh pochv (obzor). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2005. No. 5. P. 67–74.

УДК 421.351

Р. Р. Закирова, канд. с.-х. наук, доц., e-mail: raushany@inbox.ru,**Н. Ф. Свинцова**, канд. техн. наук, доц.,

Удмуртский государственный университет, Ижевск

Применение 3D-технологий как средства повышения мотивации в образовании

Описаны современные технологии трехмерной печати, приведены методические и педагогические аспекты применения данной технологии в учебном процессе, даны рекомендации по выбору принтера для использования в учебном процессе, рассмотрены возможности технологий объемной печати в образовательном процессе вузов.

Отмечены положительные моменты от внедрения 3D принтеров в учебную жизнь студентов вузов и рекомендовано их широкое использование в образовательном процессе, так как это может изменить образ мышления студентов, их подход к учебе и формированию новых идей. Использование 3D-печати дает возможность создать вещественную копию моделируемого объекта. Представлен полный цикл создания изделия: от этапа проектирования до этапа воплощения детали в конечном материале.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, технологии 3D-печати, быстрое прототипирование, 3D принтеры, объемная печать

Введение

Сегодняшний день заставляет по-новому оценивать возможности, представляемые разного рода техническими и научными достижениями. Есть возможность посмотреть на данные вопросы взглядом педагога в целях применить современные технические и технологические новинки в образовательном процессе вуза. Данный процесс не является новым. Всегда находились новаторы, которые пытались внести новшества в систему образования. И натыкались на непонимание и неодобрение, но преодолев человеческие стереотипы, все-таки побеждали.

Это можно сказать и про нынешнюю ситуацию в современном образовании. Сегодня на преподавателя обрушивается большой поток технологических новинок, научных инноваций, начиная с нано-технологий, заканчивая компьютерно-коммуникационными технологиями, которые оказывают влияние как на гуманитарные сферы образования, так и на технические.

Цель исследования — изучить процессы визуализации в образовании, а точнее процессы представления графической информации.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является использование 3D принтеров в учебном процессе. Сегодня трехмерное моделирование (или 3D-моделирование) уже не является новинкой, но еще 5—7 лет назад бурно шли споры среди педагогов-теоретиков и практиков: нужна ли эта технология и как ее применять. Время решило этот вопрос и показало нужность и эффективность данного направления визуализации.

Использование техники 3D-печати позволяет значительно ускорить этот процесс. Если обычно от возникновения идеи до ее воплощения в прототип проходит как минимум несколько месяцев, то с помощью 3D принтера образец изделия можно изготовить за один день. В результате срок от разработки решения до его опытного испытания или оценки образца будет сокращен до недели, т. е. процесс работы ускоряется в разы или даже десятки раз.

Это относится и к образовательному процессу. При этом появляется возможность у учащихся увидеть результаты своей работы не только на бумаге или экране монитора, но и в виде реальной твердой копии и провести ее испытание в течение одного учебного семестра [1—3].



Результаты исследования

Прогресс не стоит на месте и предлагает новые технологии на вооружение педагогам-новаторам. Выходит на новый виток технология быстрого прототипирования (RP — rapid prototype), которая начала развиваться около 10 лет назад, но из-за дороговизны применяемого оборудования оставалась уделом крупных коммерческих предприятий [4]. Сегодня данные технологии создания прототипа изделия значительно подешевели и "шагнули" за рамки предприятий в повседневное использование и, что закономерно, в образовательные организации. С внедрением и применением устройств быстрого прототипирования стало возможным промоделировать полный цикл создания изделия, проиллюстрировать его жизненный цикл от этапа проектирования до этапа изготовления. Увидеть будущую модель, а в некоторых случаях и реальную не только на экране монитора, но и в твердой копии — это бесценное подспорье для преподавателя как в области развития наглядности учебного процесса, так и в области мотивации.

Рассматривать применение технологии быстрого прототипирования в образовании можно с разных точек зрения: с педагогической, методической и технологической. В поддержку применения данной технологии в образовательном процессе выступают требования нормативных документов, содержащиеся в Федеральных государственных образовательных стандартах нового поколения, профессиональных стандартах [5]. Если рассматривать требования к подготовке будущих выпускников магистров направления подготовки "Техносферная безопасность", то можно увидеть во ФГОС компетенции, отвечающие за формирование вышеупомянутых знаний.

Общекультурные компетенции:

способность и готовность использовать знание методов и теорий экономических наук при осуществлении экспертных и аналитических работ (ОК-7).

способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-9).

Профессиональные компетенции:

способность оптимизировать методы и способы обеспечения безопасности человека от воздействия различных негативных факторов в техносфере (ПК-3);

способность реализовывать на практике в конкретных условиях известные мероприятия (методы) по защите человека в техносфере (ПК-5);

способность создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания (ПК-9);

умение анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания (ПК-19).

Кроме этого, в соответствии с ФГОС одним из определяющих факторов подготовки выпускника магистра является мнение работодателя, заказчика кадров. Неоспоримо, что работодатель будет заинтересован в специалисте, владеющем всеми современными технологиями, применяемыми на производстве, в жизни и в образовании.

В чем же конкретно заключается технология быстрого прототипирования? Она практически не отличается от печати на бумаге, это и есть печать, только объемных моделей, послойное создание будущего изделия. По мнению многих ученых, быстрое прототипирование — это технология быстрого макетирования, быстрого создания опытных образцов или работающей модели системы для демонстрации заказчику или проверки возможности реализации. Прототип получается с помощью специальных аппаратов — 3D принтеров из специального материала — пластика и позже уточняется для получения конечного продукта.

Технологии создания прототипа изделия различны и их можно разделить на основные виды: стереолитография; лазерное спекание порошковых материалов; послойная печать расплавленной полимерной нитью; технология струйного моделирования; технология склеивания порошков; ламинирование листовых материалов; облучение ультрафиолетом через фотомаску.

Данная классификация не является устоявшейся, но отражает почти все технологии, применяемые на сегодняшний день [6]. Рассмотрим перечисленные технологии подробнее.

Стереолитография (Stereo Lithography Apparatus — SLA) благодаря низкой себестоимости готовых изделий получила наибольшее распространение среди технологий 3D-печати. Технология SLA состоит в следующем: сканирующая система направляет на фотополимер лазерный луч, под действием которого материал твердеет. В качестве фотополимера используется хрупкий и твердый полупрозрачный материал, который коробится под действием атмосферной влаги. Материал легко склеивается, обрабатывается и окрашивается. Рабочий стол находится в емкости с фотополимерной композицией. После прохождения лазерного луча и отверждения очередного слоя его рабочая поверхность смещается вниз на 0,025...0,3 мм.

Лазерное спекание порошковых материалов (Selective Laser Sintering — SLS) является единственной технологией 3D-печати, которая может быть использована для изготовления металлических формообразующих для металлических и пластмассовых отливок. Пластмассовые прототипы обладают хорошими механическими свойствами, благодаря которым могут быть использованы для изготовления полнофункциональных изделий.

В технологии SLS-печати используются материалы, близкие по своим свойствам: металл, керамика, порошковый пластик. Порошковые материалы наносятся на поверхность рабочего стола и запекаются лазерным лучом в твердый слой, соответствующий сечению 3D-модели и определяющий ее геометрию.

Послойная печать расплавленной полимерной нити (Fused Deposition Modeling — FDM) применяется для получения единичных изделий, приближенных по своим функциональным возможностям к серийным изделиям, а также для изготовления выплавляемых форм для литья металлов.

Технология FDM-печати заключается в следующем: выдавливающая головка с контролируемой температурой разогревает до полужидкого состояния нити из пластика, воска или поликарбоната, и с высокой точностью подает полученный термопластичный моделирующий материал тонкими слоями на рабочую поверхность 3D принтера. Слои наносятся друг на друга, соединяются между собой и отвердевают, постепенно формируя готовое изделие.

Технология струйного моделирования (Ink Jet Modelling) имеет следующие запатентованные подвиды: 3D Systems (Multi-Jet Modeling — MJM), PolyJet (Objet Geometries — PolyJet) и Solidscape (Drop-On-Demand-Jet — DODJet).

Рассмотренные технологии функционируют по одному принципу, но каждая из них имеет свои особенности. Для печати используются поддерживающие и моделирующие материалы. К числу поддерживающих материалов чаще всего относят воск, а к числу моделирующих — широкий спектр материалов, близких по своим свойствам к конструкционным термопластам. Печатающая головка 3D принтера наносит поддерживающий и моделирующий материалы на рабочую поверхность, после чего производится их фотополимеризация и механическое выравнивание.

Технология струйного моделирования позволяет получить окрашенные и прозрачные модели

с различными механическими свойствами, это могут быть как мягкие, резиноподобные изделия, так и твердые, похожие на изделия из пластика.

Технология склеивания порошков (Binding powder by adhesives) позволяет не просто создавать объемные модели, но и раскрашивать их. Принтеры с технологией Binding powder by adhesives используют два вида материалов: крахмально-целлюлозный порошок, из которого формируется модель, и жидкий клей на водной основе, проклеивающий слои порошка. Клей поступает из печатающей головки 3D принтера, связывая между собой частицы порошка и формируя контур модели. После завершения печати излишки порошка удаляются. Чтобы придать модели дополнительную прочность, ее пустоты заливаются жидким воском.

Ламинирование листовых материалов (Laminated Object Manufacturing — LOM) предполагает изготовление 3D-моделей из бумажных листов с помощью ламинирования. Контур очередного слоя будущей модели вырезается лазером, а ненужные обрезки измельчаются на небольшие квадратики, которые впоследствии удаляются из принтера. Структура готового изделия похожа на древесную, но боится влаги.

Облучение ультрафиолетом через фотомаску (Solid Ground Curing — SGC) предполагает создание готовых моделей из слоев распыляемого на рабочую поверхность фоточувствительного пластика. После нанесения тонкого слоя пластика он через специальную фотомаску с изображением очередного сечения обрабатывается ультрафиолетовыми лучами. Неиспользованный материал удаляется при помощи вакуума, а оставшийся затвердевший материал повторно облучается жестким ультрафиолетом. Полости готового изделия заполняются расплавленным воском, который служит для поддержки следующих слоев. Перед нанесением последующего слоя фоточувствительного пластика предыдущий слой механически выравнивается.

Многообразие технологий заставляет задуматься о том, какой принтер лучше предпочесть. На первый план выходит не столько цена объекта (3D принтера), сколько стоимость его эксплуатации и обслуживания, так называемая стоимость владения. А она, в свою очередь, складывается из многих факторов: цены самого принтера, цены расходных материалов и объема их расходования на единицу изделия, и, конечно же, качества получаемого продукта-изделия. Исходя из этих соображений, был проведен анализ по подбору оптимального принтера для применения



в образовательном процессе выпускников магистров направления подготовки "Техносферная безопасность". При этом руководствовались следующими критериями при выборе персональных 3D принтеров.

Первым критерием служила цена. Сам по себе этот критерий особой роли не играет. Если покупка предназначена для того чтобы ознакомиться с технологией, поэкспериментировать и понять, что вообще такое 3D-печать, тогда лучше купить недорогой 3D принтер. Но при этом, такие параметры как качество изделий, возможность напечатать сложные фигуры, износостойкость деталей могут быть утрачены. Если 3D принтер предназначен для работы или предъявляются требования к внешнему виду и уровню детализации контуров изделия, то не стоит потерю таких параметров компенсировать низкой ценой. Но и не стоит гнаться за высокой ценой. Поскольку технологии новые, то настольные 3D принтеры часто рекламируют, эксперты ставят положительные оценки — это отражается на стоимости принтера — она увеличивается, а по надежности и качеству печати он может уступать аппарату более дешевому. Ну и немаловажным при определении цены является тот факт, что у учебных заведений недостаточно финансовых средств, что не позволяет приобретать дорогостоящие аппараты.

Следующим фактором являются расходные материалы. В 3D принтерах экструзионного принципа (большинство персональных/настольных 3D принтеров) в качестве расходных материалов используют нить термопластика двух типов: ABS и PLA. Выбор типа пластика зависит от области применения моделей и возможности 3D принтера работать с двумя (и более) типами пластика или только с каким-то одним. Конечно предпочтительно, когда принтер может работать с двумя и более видами пластика.

Немаловажным фактором является количество печатающих головок (экструдеров), две и более которых означает, что принтер может печатать двумя цветами и более одновременно. Например, вы используете ABS пластик, а в качестве материала поддержки используете пластик PLA или водорастворимый PVA. Если в изделиях применяются более 3...5 цветов, то обычно в таких случаях их просто красят, и число экструдеров уже не играет роли.

Также необходимо учитывать толщину слоя и скорость печати. По толщине слоя определяют качество изделий. Чем тоньше слой (по оси Z), тем

более качественно выглядит изделие. Толщина слоя измеряется в микронах: 100 мкм (0,1 мм) — это примерно толщина одного листа бумаги. Для работы, в которой вам нужно показать хороший результат, для изделий небольших размеров требуется толщина слоя 100...150 мкм и меньше.

Многие принтеры имеют функцию регулировки толщины слоя печати, что тесно связано со скоростью печати. Производители, описывая скорость принтера, указывают данные при настройке максимальной толщины. Но большинство производителей в характеристиках будут указывать максимальную скорость. Для использования в образовательном процессе собственно неважно займет печать изделия 8 ч или 7 ч. Поэтому скорость печати при выборе принтера стоит учитывать, но она не является определяющей.

Для многих пользователей область печати — очень важный критерий, но, к сожалению, не всегда реализуемый, если нужно печатать объекты сразу большого размера, а не собирать его по частям. И пока для большинства пользователей не только настольных, но и многих промышленных 3D принтеров собирать изделия по частям — единственная возможность получить необходимый большой размер.

Чаще всего, сложный принтер — это профессиональный принтер. Такой принтер с профессиональными настройками/возможностями стоит немного дороже, чем принтеры с простыми настройками. Тут нужно учитывать для чего нужен принтер и что предстоит на нем печатать.

И, не надо забывать про конструкцию 3D принтера, которая сильно влияет на качество печати изделий. Среди персональных, настольных, домашних, бытовых 3D принтеров можно выделить два принципиально разных типа конструкции. Первый тип — это когда печатающая головка и платформа перемещаются на круглых осях. Второй тип — печатающая головка и платформа перемещаются на прямоугольных направляющих. Также очень важно, чтобы в конструкции меньше было движущихся частей (чтобы не трясло) и отсутствовали люфты (зазоры между деталями). Добиться высокой точности и стабильности печати легче будет с конструкцией второго типа. В ней меньше люфтов и меньше лишних деталей. Конструкция более плотная [7].

Основываясь на рассмотренном выше, можно рекомендовать как один из вариантов UP Plus 2 3D принтер на сегодняшний день самый простой и доступный для использования в образовательном процессе.

Данный вариант выбора принтера является ориентировочным и не является полностью оптимальным, но основные принципы подбора, описанные выше, являются актуальными и не позволят совершить больших ошибок при подборе данного оборудования для использования в образовательном процессе.

Заключение

Совершенство процесса образования, современные технологии развивают у обучающихся образное мышление, приучают их к 3D-программированию и проектированию. 3D-печать значительно увеличивает интерес к процессу обучения, так как дает возможность обучающимся почувствовать себя настоящими инноваторами.

Одновременно это дает возможность преподавателю сделать учебный процесс наглядным и показать обучающемуся результат овеществления труда. Создав на компьютере модель, обучающийся тут же может начать процесс ее изготовления и уже через несколько часов держать ее в руках. Получив модель, они могут не только воочию увидеть результат своей разработки, проверить ее на собираемость, эргономику и работоспособность, но и понять, все ли сделано правильно, нет ли ошибок, требует ли решение доработки, или оно готово для запуска в производство, так как на бумаге или компьютере невозможно порой заметить все неточности или изъяны.

Кроме того, обучающимся будет продемонстрирован полный цикл создания изделия: от этапа проектирования до этапа воплощения детали в конечном материале. Применение 3D принтеров в инженерном техническом образовании незаменимо при научно-исследовательской работе студентов, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

Список литературы

1. **Как виртуальная реальность** обогащает обучение уже сегодня. URL: <https://newtonew.com/web/ar-and-vr-conference-2016> (дата обращения 10.11.2020).
2. **Вольхин К. А., Лейбов А. М.** Проблемы формирования графической компетентности в системе высшего профессионального образования // *Философия образования*. — 2012. — Т. 43. — № 4. — С. 16–22.
3. **Каменев Р., Лейбов А.** Технологии дистанционного обучения при изучении прикладных библиотек Компас-3D // *САПР и графика*. — 2010. — № 12 (170). — С. 86–88.
4. **Вольхин К., Лейбов А., Астахова Т.** Анализ использования Компас-3D в инженерном графическом образовании по итогам конкурсов в г. Новосибирске // *САПР и графика*. — 2010. — № 5 (163). — С. 97–100.
5. **Образовательная робототехника.** Формы и методы работы в рамках реализации ФГОС общего образования. URL: <http://www.openclass.ru/node/515525> (дата обращения 10.11.2020).
6. **Кирилов Д.** Виртуальная реальность в образовании: форматы. URL: <http://www.edutainme.ru/post/vr-formats/> (дата обращения 10.11.2020).
7. **3D принтеры** в образовании: наступающее будущее. URL: <https://newtonew.com/tech/3d-printer-in-school> (дата обращения 10.11.2020).

R. R. Zakirova, Associate Professor, e-mail: raushany@inbox.ru,
N. F. Svintsova, Associate Professor, Udmurt State University, Izhevsk

Applying 3D Technology as a Means to Increase Motivation in Education

Modern technologies of three-dimensional printing are described, recommendations are made on choosing a printer for use in the educational process, methodological and pedagogical aspects of using this technology in the educational process are described. The authors considered the possibilities of volumetric printing technologies in the educational process of higher educational institutions.

Positive points were noted from the introduction of 3D printers into the educational life of university students and the need for their wide use in the educational process, it was indicated that their use in universities will change the way students think, their approach to study and the formation of new ideas. Using 3D printing makes it possible to go even further — to create a real copy of the simulated object. In the future, this makes it possible not only to consider the designed part, but also to evaluate its other characteristics.



The authors indicate that, students will be shown a complete product creation cycle: from the design stage, to the part placement stage in the final material.

Keywords: information and communication technologies, 3D printing technologies, rapid prototyping, 3D printers, 3D printing

References

1. **Kak virtual'naya real'nost'** obogashchaet obuchenie uzhe segodnya. URL: <https://newtonew.com/web/ar-and-vr-conference-2016> (date of access 10.11.2020).
2. **Vol'hin K. A., Lejbov A. M.** Problemy formirovaniya graficheskoy kompetentnosti v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya. *Filosofiya obrazovaniya*. 2012. Vol. 43. No. 4. P. 16—22.
3. **Kamenev R., Lejbov A.** Tekhnologii distancionnogo obucheniya pri izuchenii prikladnykh bibliotek Kompas-3D. *SAPR i grafika*. 2010. No. 12 (170). P. 86—88.
4. **Vol'hin K., Lejbov A., Astahova T.** Analiz ispol'zovaniya Kompas-3D v inzhenernom graficheskom obrazovanii po itogam konkursov v g. Novosibirske. *SAPR i grafika*. 2010. No. 5 (163). P. 97—100.
5. **Obrazovatel'naya robototekhnika.** Formy i metody raboty v ramkah realizacii FGOS obshchego obrazovaniya. URL: <http://www.openclass.ru/node/515525> (date of access 10.11.2020).
6. **Kirilov D.** Virtual'naya real'nost' v obrazovanii: formaty. URL: <http://www.edutainme.ru/post/vr-formats/> (date of access 10.11.2020).
7. **3D printery** v obrazovanii: nastupayushchee budushchee. URL: <https://newtonew.com/tech/3d-printer-in-school> (date of access 10.11.2020).

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. 350, список от 31.12.2020). 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.

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 *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 06.04.21. Подписано в печать 20.05.21. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ621. 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 солишнз".

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

17-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

MetrolExpo'2021

18–20 октября



ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

МЕТРОЛОГИЯ
ИЗМЕРЕНИЯ
ИСПЫТАНИЯ И АНАЛИТИКА
ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

В РАМКАХ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ

Синергия 6-и выставок
19.000 посетителей
600 участников
Экспозиция 17.000 м²

ВК «ВЭСТСТРОЙ ЭКСПО»
Телефон: +7 (495) 937-40-23
E-mail: metrol@expoprom.ru
www.metrol.expoprom.ru



Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» выпускает научно-технические журналы

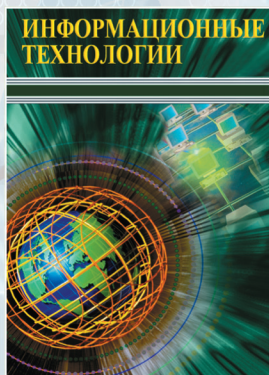


Научно-практический и учебно-методический журнал

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. E-mail: antonov@novtex.ru