

Издается с ноября 2016 года

«ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

Научный журнал

№2(20) 2021 год

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №2(20)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №2(20)
Содержание	1	Contents
Редакционная коллегия	2	Editorial Board
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	3	Design, construction and reconstruction of military facilities
<i>Чистяков А.Э., Игнатчик В.С., Анисимов Ю.П.</i>	3	<i>Chistyakov A.E., Ignatchik V.S., Anisimov Y.P.</i>
Методика обоснования оптимальных технологических схем очистки сточных вод на объектах Минобороны России		Methodology of substantiation of optimal technological schemes of wastewater treatment at the facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation
<i>Сухарь Г.А., Белов О.Е., Вязников А.В.</i>	13	<i>Suchar G.A., Belov O.E., Vyaznikov A.V.</i>
Вопросы обеспечения электробезопасности при проектировании военных зданий и сооружений различного назначения на основе действующих стандартов		Issues of electrical safety in the design of military buildings and facilities of various purposes on the basis of existing standards
<i>Саркисов С.В., Лопатин Н. В., Селезнев Г. Н., Эль-Салим С. З., Касчиев Р.Л.</i>	20	<i>Sarkisov S.V., Lopatin N.V., Seleznev G.N., El-Salim S.Z., Kascheev R.L.</i>
Запах как аналитический параметр состояния твердых коммунальных отходов		Smell as an analytical parameter of the state of municipal solid waste
<i>Игнатчик В.С., Коновалов В.Б., Винокуров П.В., Гринев А.П.</i>	30	<i>Ignatchik V.S., Konovalov V.B., Vinokurov P.V., Grinev A.P.</i>
Методика пуско-наладочных работ устройств гашения гидравлических ударов на канализационных насосных станциях		Methods of starting-up and adjustment works on devices for damping hydraulic shocks at sewage pumping stations
<i>Жеглов В.Н., Духно А.В.</i>	38	<i>Zheglov V.N., Dyhno A.V.</i>
Алгоритм расчёта и анализа фурье-спектра углового ускорения коленчатого вала		Algorithm of calculation and the analysis of the fure-spectrum of angular acceleration of the cranked shaft
<i>Федоров А.Б., Валуйский В.А.</i>	44	<i>Fedorov A.B., Valuiskyi V.A.</i>
Особенности противодымной вентиляции защитных сооружений		Features of anti-smoke ventilation of protective structures
<i>Анисимов Ю.П.</i>	49	<i>Anisimov Y.P.</i>
Оптимизация процесса нитри и денитрификации на канализационных очистных сооружениях Минобороны России		Optimization of the nitriding and denitrification process at the sewage treatment plants of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Теория воинского обучения и воспитания	58	Theory of military training and education
<i>Росляков Е.М., Алешичев С.Е., Литвинова Н.Б., Тупицин Ю.Е.</i>	58	<i>Roslykov E.M., Aleshichev S.E., Litvinova N.B., Tupitsin Y.E.</i>
Опыт применения в учебном процессе виртуальных тренажеров на основе flash-технологии		Experience of using virtual simulators based on flash-technology in the educational process
<i>Никитин Н.А.</i>	65	<i>Nikitin N.A.</i>
Генезис и современное состояние применения дистанционных образовательных технологий в высшем образовании		Genesis and current state of application of distance educational technologies in higher education
<i>Демин А.Н., Печников А.Н., Прензов А.В.</i>	72	<i>Deminov A.N., Pechnikov A.N., Presov A.V.</i>
О целесообразности внедрении дистанционного обучения в образовательный процесс военных вузов		On the feasibility of introducing distance learning in the educational process of military universities
<i>Борисов А.А., Сорокин Н.В., Борисова Д.В., Саркисова Е.А.</i>	80	<i>Borisov A.A., Sorokin N.V., Borisova D.V., Sarkisova E.A.</i>
Применение метода экспертных оценок в работе командира с личным составом		Application of the method of expert assessments in the work of the commander with the personnel
Сведения об авторах	86	Information about the authors

Главный редактор журнала – Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кашеев Роман Леонидович, кандидат технических наук доцент;

Члены редакционной коллегии

Аверьянов Владимир Константинович, доктор технических наук проф., член-корр. РААСН, заслуженный деятель науки РФ;

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук профессор;

Бондарев Алексей Валентинович, доктор технических наук;

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор;

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук профессор;

Даутова Ольга Борисовна, доктор педагогических наук профессор;

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук профессор;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент;

Маляров Валерий Николаевич, доктор исторических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Макаров Александр Данилович, доктор технических наук, доктор юридических наук, профессор, академик МАНЭБ, АВН, НОАН, АПВЭиФ, заслуженный деятель науки и образования;

Печников Андрей Николаевич, доктор технических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный деятель техники Российской Федерации;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор;

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор;

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент;

Чернобай Михаил Петрович, кандидат педагогических наук профессор, засл. работник физич. культуры РФ;

Черимисин Суад Зухер, доктор физико-математических наук профессор;

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук.

Учредитель и издатель научного журнала «**ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР**» - Унитарная некоммерческая организация Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «**ВИТУ**».

Средство массовой информации – журнал «Военный инженер» зарегистрировано 15 сентября 2016 года. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77–67057 от 15.09.2016 выдано Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Включен 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 с 22.12.2020 г.

Электронные версии журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru). Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Подписной индекс журнала «**ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР**» в ФГУП «Почта России» П4852.

Выпускающий редактор: Путилин П.А.	Сдано в набор 13.09.2021	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 13.09.2021	Печать офсетная
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Зотов А.С.	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ № 3240.
Дизайн обложки: Сорокин А.А.		Тираж 300 экз.
Вёрстка: Путилин П.А.		Цена договорная

Почтовый адрес редакции журнала «**ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР**»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.716, e-mail: me_journal@mail.ru, страница журнала на сайте: http://viit.spb.ru/military_engineer/

Журнал «**ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР**» 2021, №2 (№20)

УДК 355.7

Чистяков А.Э., Игнатчик В.С., Анисимов Ю.П.

Chistyakov A.E., Ignatchik V.S., Anisimov Y.P.

Методика обоснования оптимальных технологических схем очистки сточных вод на объектах Минобороны России

Methodology of substantiation of optimal technological schemes of wastewater treatment at the facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Аннотация. в статье рассмотрены современные технологии удаления азота и фосфора, проведен анализ возможности их применения на канализационных очистных сооружениях Минобороны России, приведена методика обоснования оптимальных характеристик КОС, обоснована оптимальная схема блока биологической очистки сточных вод на КОС п. Приветнинское.

Abstract. the article considers modern technologies for the removal of nitrogen and phosphorus, analyzes the possibility of their use at sewage treatment plants of the Ministry of Defense of the Russian Federation, provides a methodology for justifying the optimal characteristics of the CBS, justifies the optimal scheme of the biological wastewater treatment unit at the CBS P. Hello, Moscow.

Ключевые слова: системы водоотведения, канализационные очистные сооружения, биологическая очистка сточных вод.

Keywords: drainage systems, sewage treatment plants, biological wastewater treatment.

Системы водоотведения Минобороны России включают в свой состав две группы сооружений: транспортные и очистные. Первые – транспортные сооружения включают в себя канализационные сети и канализационные насосные станции (далее КНС), вторые – канализационные очистные сооружения (далее – КОС) включают в себя сооружения и оборудование для очистки воды и обработки осадков.

Анализ технического состояния объектов коммунальной инфраструктуры Минобороны России [1 - 6] показал, что в наиболее худшем состоянии оказались объекты ВКХ. Особенно канализация, и в первую очередь очистные сооружения сточных вод поскольку только на 7% объектах Минобороны сточные воды очищаются до требуемой степени. Причины понятны: финансирование по остаточному принципу и т.п. С другой стороны, можно выделить, что одной из немаловажных причин являлось и то, что до настоящего времени все это «сходило с рук». Штрафы начислялись, но не платились. Через три года аннулировались и т.п. В то же время требования к степени очистки сточных вод и платежи за негативное влияние на окружающую среду продолжают расти. В связи с этим возникает вопрос о строительстве нескольких тысяч КОС стоимостью в десятки миллиардов рублей.

Анализ производственных мощностей объектов систем водоотведения показывает, что наибольшее их количество (более 91%) в соответствии с [4], относится к небольшим, малым и сверхмалым очистным сооружениям (табл. 1)

Таблица 1

Категории очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности

Категория очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности	Объем сброса сточных вод в водный объект, м ³ /сут.	Сооружения МО РФ, %
Сверхкрупные очистные сооружения	свыше 600000	–
Крупнейшие очистные сооружения	200001 - 600000	–
Крупные очистные сооружения	40001 - 200000	–
Большие очистные сооружения	10001 - 40000	2,1
Средние очистные сооружения	4001 - 10000	6,0
Небольшие очистные сооружения	1001 - 4000	19,4
Малые очистные сооружения	101 - 1000	41,2
Сверхмалые очистные сооружения	10 - 100	31,2
Итого	—	100

Требования, предъявляемые к составу очищенных сточных вод, являются достаточно высокими для существующих КОС и в большинстве случаев недостижимыми без осуществления их модернизации. Так, например, основная часть КОС проектировалась и вводилась в эксплуатацию в 60-70 гг. прошлого века. В тот период основной технологией очистки сточных вод была только аэробная обработка и этого было достаточно для обеспечения требований к составу сточных вод. В связи с увеличением экологического воздействия на окружающую природную среду в целом, и водные объекты в частности, требования в настоящее время стали выше, как по перечню загрязнений, так и их количеству (табл.2).

Таблица 2.

Технологические показатели для очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов, предназначенных для очистки смешанных (городских) сточных вод

Категории очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности	Технологические показатели (среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ в смешанных (городских) сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, не более, мг/л)						
	ВЗВ.в-ва	ХПК	БПК ₅	N – NH ₄	N – NO ₃	N – NO ₂	P – PO ₄
I. При сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А							
Большие - сверхкрупные очистные сооружения	5	40	3	1	9	0,1	0,5
Сверхмалые - средние очистные сооружения	10	40	5	1	9	0,1	0,7
II. При сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б							
Большие - сверхкрупные очистные сооружения	10	80	8	1	9	0,1	0,7
Малые - средние очистные сооружения	15	80	10	1,5	12	0,25	1 (1,5)
Сверхмалые очистные сооружения	15	80	12	8	18	0,25	5
III. При сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории В							
Большие - сверхкрупные очистные сооружения	10	80	8	1	9	0,1	1
Средние очистные сооружения	15	80	12	2	9	0,15	5
Сверхмалые - небольшие очистные сооружения	15	80	12	8	18	0,25	5
IV. При сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Г							
Большие - сверхкрупные очистные сооружения	15	80	10	2	9	0,2	5
Сверхмалые - средние очистные сооружения	15	80	12	8 (20)	18	0,25	5

Современное состояние научных исследований в области очистки сточных вод значительно продвинулось по сравнению с периодом строительства основной части КОС Минобороны РФ. Лидерами по внедрению современных технологий являются крупные города, в первую очередь Москва и Санкт-Петербург. Это вполне объяснимо разным уровнем и подходом к финансированию такой отрасли как водородно-канализационное хозяйство. Также важно отметить значительную разницу в мощности систем водоотведения крупных городов и объектов Минобороны РФ. Поэтому принятые технические решения по обеспечению качества очистки сточных вод на таких крупных сооружениях не могут быть в полном объеме применены на КОС эксплуатируемых в Минобороны РФ.

Руководство Минобороны РФ проводит последовательную реализацию планов по повышению качества среды обитания и снижению вредного воздействия на окружающую природную среду. Реализация таких масштабных проектов невозможна без соответствующего анализа и научных исследований.

Первым этапом выполнения планов стало решение о модернизации опытно-экспериментальных очистных сооружений сточных вод на базе обеспечения учебного процесса в пос. Приветнинское. На указанных КОС планируется отработка и реализация всего комплекса мероприятий, начиная с разработки технического задания на проектирование и заканчивая организацией эффективной эксплуатации. Особенностью выбранных КОС является их переменный режим эксплуатации по объёму суточного притока в летний и зимний периоды.

Для реализации указанных планов Департаментом эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций Министерства обороны Российской Федерации совместно с Военным институтом (инженерно-техническим) Военной академии материально-технического обеспечения проведены исследования эффективности технологических схем для глубокой очистки сточных вод от органических загрязнений и соединений азота и фосфора [7 – 12, 14], см. рис. 1 и 2.

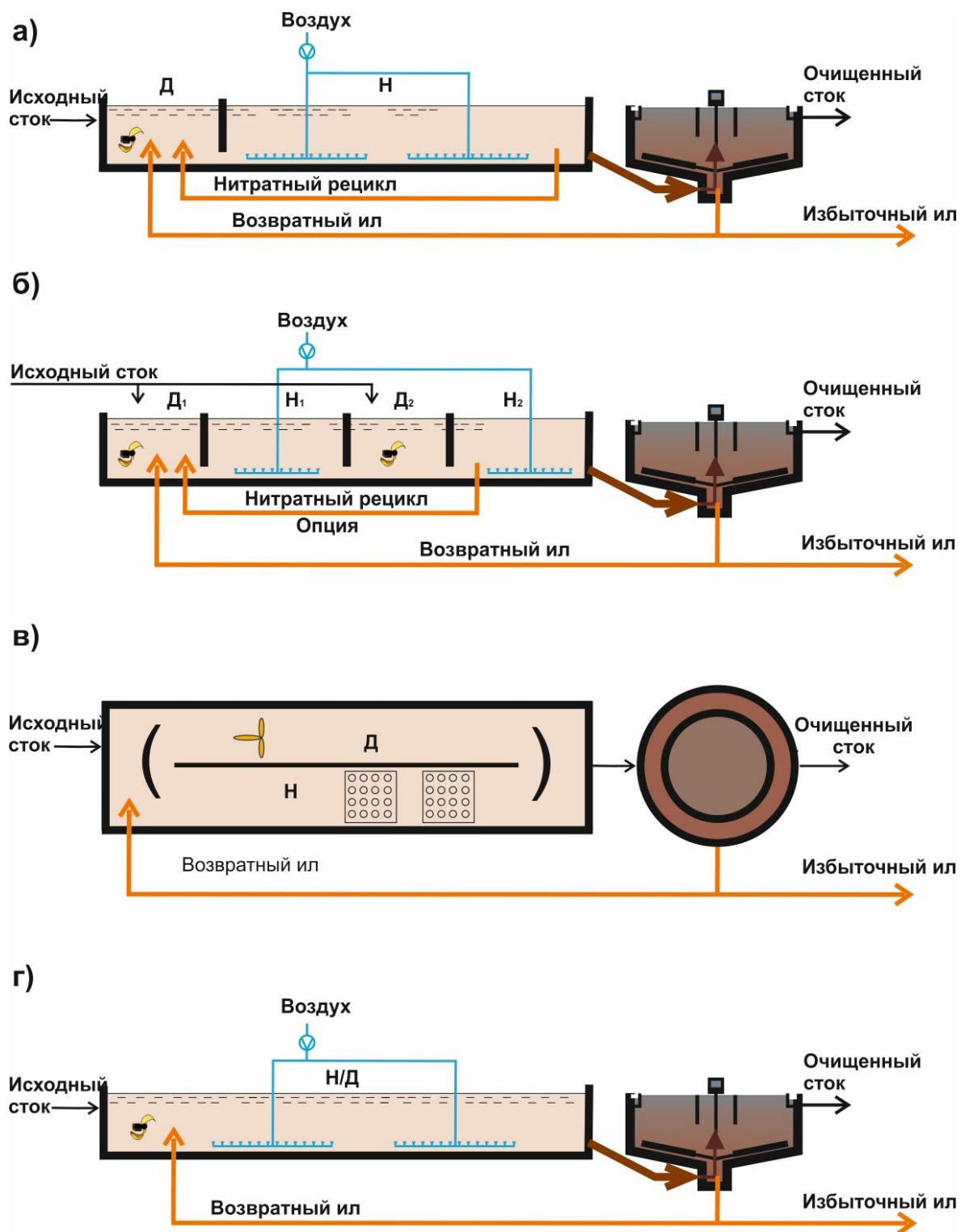


Рис. 1. Технологические схемы процессов нитри- денитрификации: а) - процесс с предденитрификацией; б) – тоже, ступенчатый; в) – тоже, «карусельный»; г) – тоже, периодический и симультанный

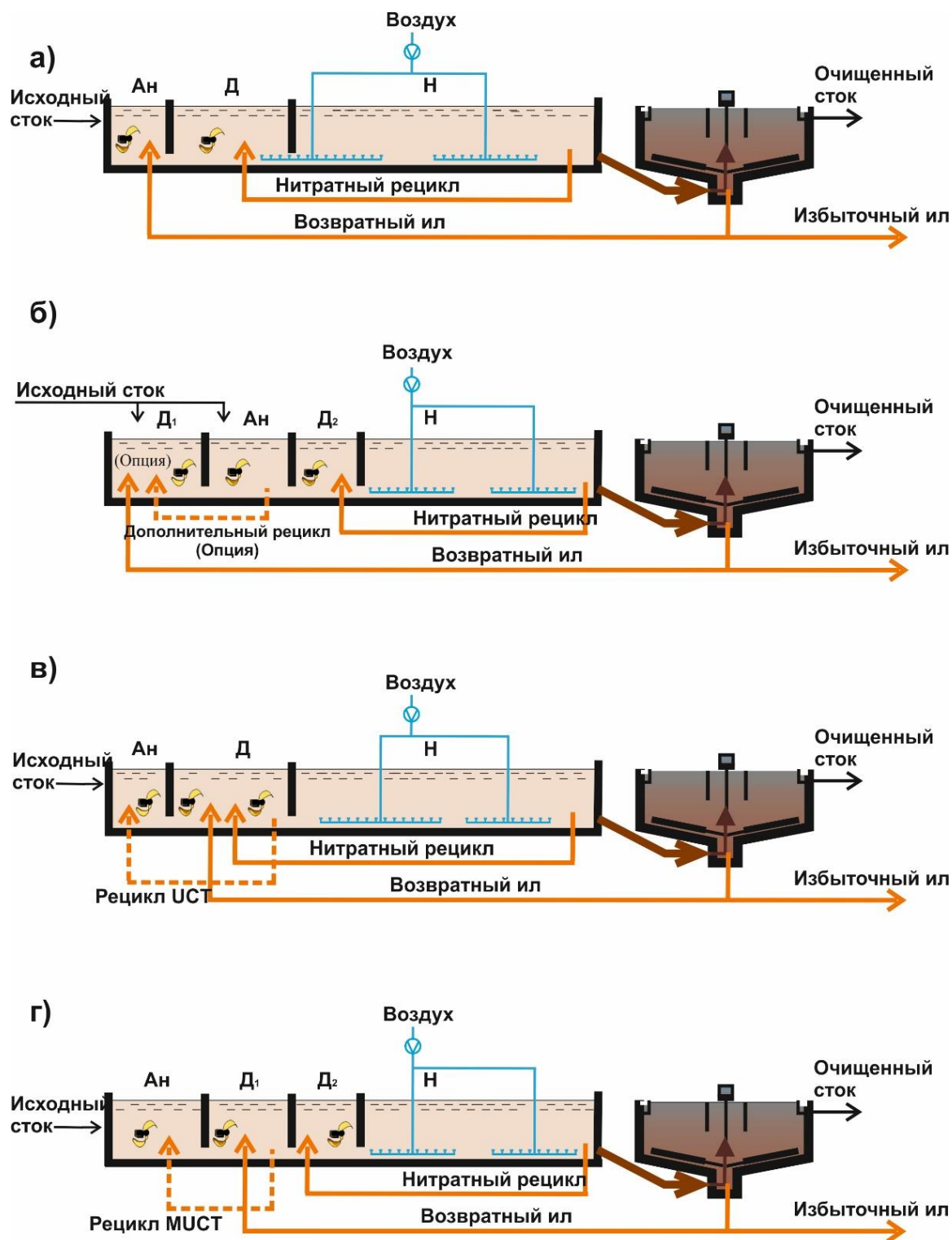


Рис. 2. Технологические схемы процессов нитри- денитрификации: а) - процесс A^2O ; б) – тоже, JBN; в) – тоже, UCT; г) – тоже, MUST

В результате для опытно-экспериментальных очистных сооружений сточных вод предложена технологическая схема, представленная на рис. 3. Ее отличительной особенностью является параллельное применение двух технологий нитри-денитрификации. Одна из них предполагает осуществление разделения иловой смеси на вторичных отстойниках, а вторая – на мембранах, образуя мембранно-биологический реактор.

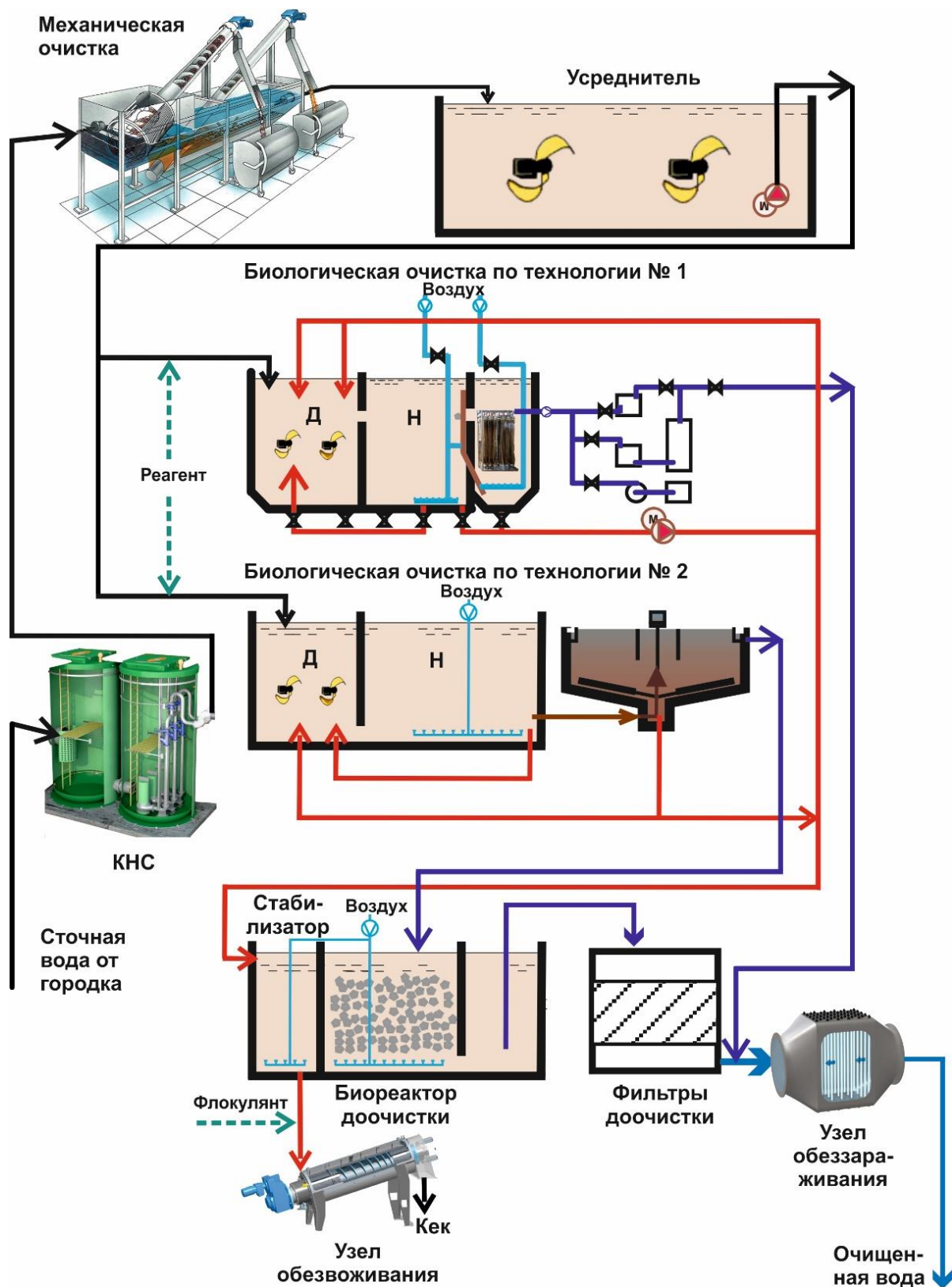


Рис. 3. Технологическая схема опытно – экспериментальной установки сточных вод в поселке Приветнинское

Для выбранной схемы проанализирована эффективность в условиях переменной нагрузки: в зимний период $300 \text{ м}^3/\text{сутки}$; в летний – $600 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Результаты анализа приведены на рис. 4.

Из графиков на рис. 4 видно, что при суммарном фактическом объеме биоблока, равном 200 м^3 удовлетворяются условия очистки:

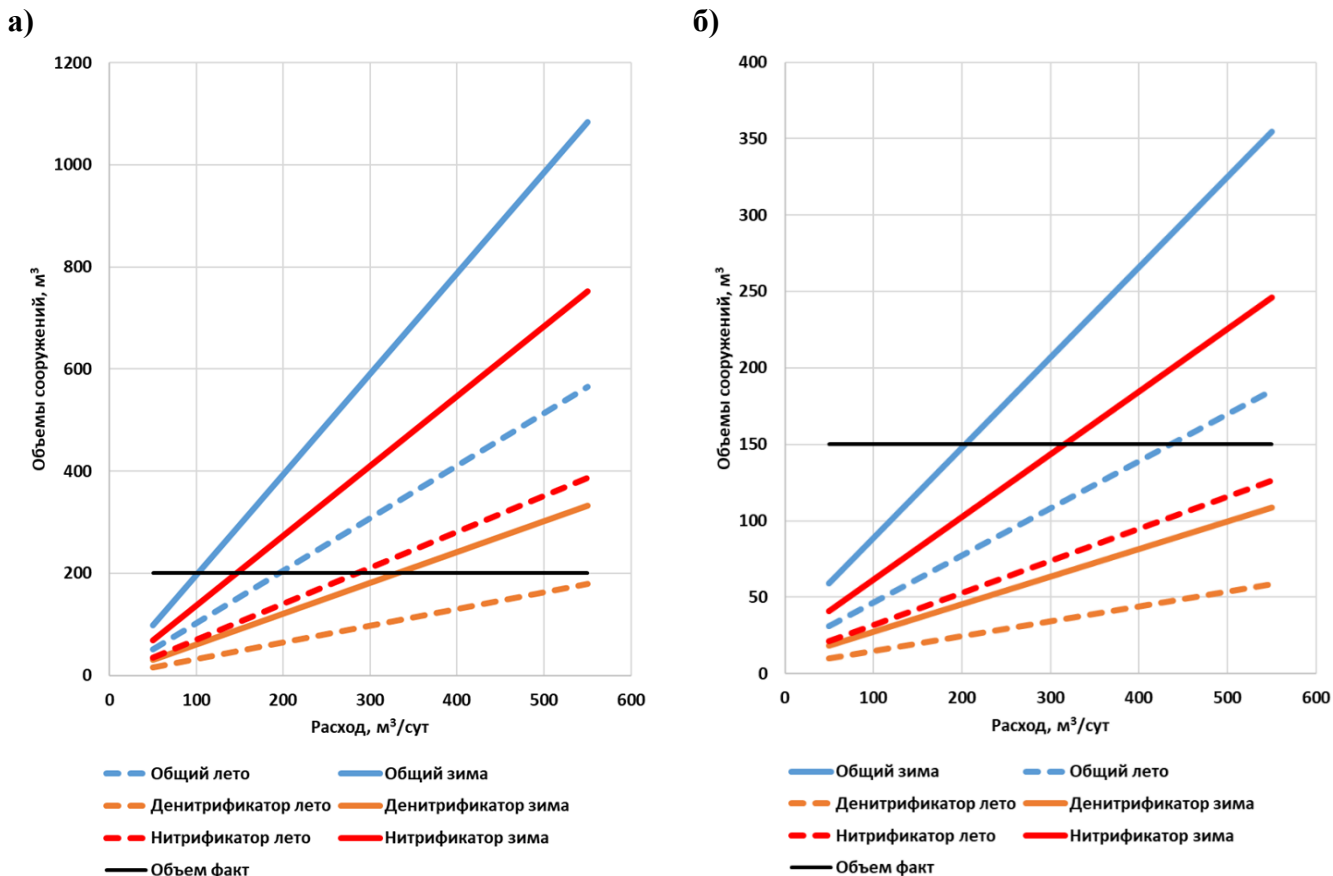


Рис. 4. Режимы работы технологических схем нитри - денитрификации: а) технологической схемы с вторичным отстойником; б) то же, с мембранно – биологическим блоком.

– расчетная зимняя производительность с применением вторичных отстойников составляет 100 м³/сутки, а летняя - 200 м³/сутки. При этом соотношение требуемых объемов денитрификатора и нитрификатора составит 0,45;

– расчетная зимняя производительность с применением мембранно-биологического реактора составляет 200 м³/сутки, а летняя - 420 м³/сутки.

Вторым шагом реализации плана повышению качества среды обитания и снижению вредного воздействия на окружающую природную среду является выработка единых подходов к вопросам эксплуатации модернизированных сооружений.

Для этого Военным институтом (инженерно-техническим) Военной академии материально-технического обеспечения в рамках ряда проводимых научно-исследовательских работ разработан компьютерный тренажёрный комплекс (рис.5.), позволяющий моделировать работу блока биологической очистки сточных вод для всех современных схем обработки сточных вод. Поскольку важнейшим элементом эффективной работы комплекса очистных сооружений является их правильная эксплуатация.

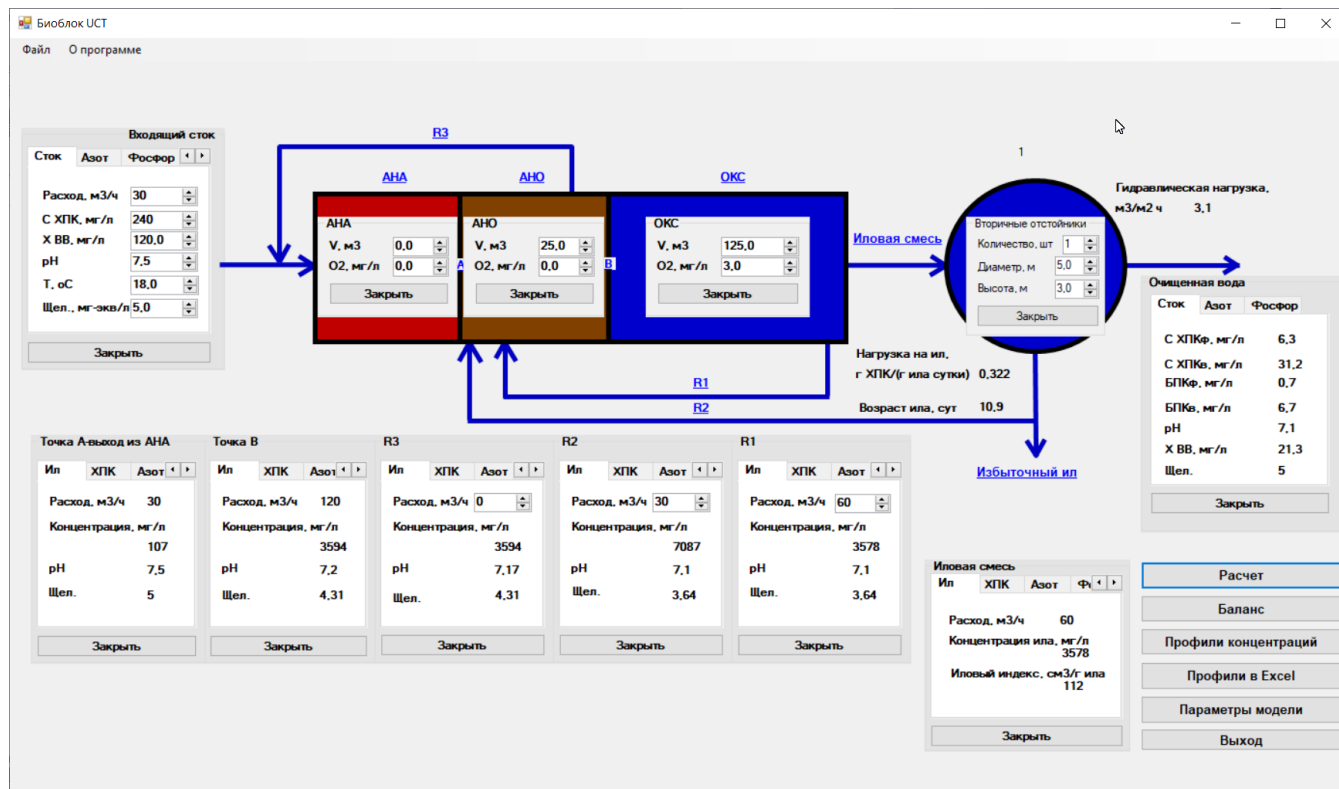


Рис.5. Интерфейс компьютерного тренажёрного комплекса

Применение компьютерного тренажёрного комплекса позволит выявлять «узкие места» КОС, как на этапе проектирования, так и при их эксплуатации. Повысить уровень подготовки эксплуатационного персонала и качество очистки сточных вод.

Выводы.

1. В Минобороны России выработан единый подход для реализации комплекса мероприятий повышению качества среды обитания и снижению вредного воздействия на окружающую природную среду.

2. Для очистки сточных вод объектов Минобороны России с переменным количеством проживающих людей целесообразно применять биологические методы очистки с первичным отстаиванием и без него.

3. Результаты численного анализа технологии нитри – денитрификации, оборудованных вторичными отстойниками, или мембранно – биологических реакторов показали их эффективность при отличающихся расчетных расходах в зимний и летний периоды.

Список литературы:

1. Федеральный Закон РФ от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
2. Федеральный закон РФ от 10.01.2002 N 7-ФЗ (в ред. от 01.01.2018) "Об охране окружающей среды".
3. Федеральный Закон РФ от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Водный кодекс Российской Федерации».
4. Постановление Правительства РФ №1430 от 15.09.2020. «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов».

5. Коновалов В.Б., Игнатчик В.С., Спиваков М.А. Методики оптимизации систем водоотведения объектов военной инфраструктуры. Научные проблемы материально – технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации. Выпуск 4(10), 2018. С. 83-91.

6. Анисимов Ю.П., Саркисов С.В. Основные положения программы модернизации водопроводно-канализационного хозяйства Министерства обороны Российской Федерации. Сборник докладов круглого стола международного военно-технического форума «Армия 2018». Современное состояние эксплуатационного содержания казарменно-жилищного фонда Министерства обороны России и инновационные пути перспектив его развития. Изд-во: ФГАОУВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". 2018. с: 55-63.

7. Анисимов Ю.П., Булат Р.Е., Вакуненко В.А. Модернизация объектов коммунального назначения Министерства обороны Российской Федерации. Сборник докладов круглого стола международного военно-технического форума «Армия 2018». Современное состояние эксплуатационного содержания казарменно-жилищного фонда Министерства обороны России и инновационные пути перспектив его развития. Изд-во: ФГАОУВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". 2018. с: 19-21.

8. Игнатчик В.С., Анисимов Ю.П. Оптимизация мероприятий по повышению эффективности очистки сточных вод на объектах Минобороны России. Сборник докладов XXIII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. Российская академия ракетных и артиллерийских наук «Актуальные проблемы защиты и безопасности». Санкт-Петербург, 2020. С. 130-144

9. Пат. 2727530 Российская Федерация, МПК G06Q 30/00. Система для оптимизации инвестиционных потоков / Игнатчик В.С., Анисимов Ю.П. и др.; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации. – № 2019103887; заявл. 12.02.19; опубл. 22.07.20, Бюл. № 21.

10. Пат. 2727561 Российская Федерация, МПК G06Q 50/06. Система для оптимизации инвестиционных потоков при ограниченном финансировании / Игнатчик В.С., Анисимов Ю.П. и др.; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации. – № 2019111802; заявл. 18.04.19; опубл. 22.07.20, Бюл. № 21.

11. Пат. 2440306 Российская Федерация, МПК G02F 3/30. Способ обеспечения надежности очистки сточных вод от соединений азота и фосфора / Васильев Б.В., Трухин Ю.А., Рублевская О.Н., Ильин Ю. А., Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю. Заявитель и патентообладатель Государственное Унитарное Предприятие "Водоканал Санкт-Петербурга". – № 2010124223/05; заявл. 11.06.2010; опубл. 20.01.2012 Бюл. № 2.

12. Харькина О.В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харькина. Волгоград: Панорама, 2015. – 433 с.

13. Данилович, Д.А. Расчет и технологическое проектирование сооружений биологической очистки городских сточных вод в аэротенках с удалением азота и фосфора / Д. А. Данилович, А. Н. Эпов. — Москва, 2020 — 225.

14. Кашеев Р.Л., Чистяков А.Э., Саркисов С.В., Мусатов В.И. Особенности проектирования станций очистки бытовых сточных вод малых военных городков // Актуальные проблемы военно-научных исследований: сборник научных трудов / под ред. В.Б. Коновалова - СПб.: ПОЛИТЕХ -ПРЕСС, 2019. -С. 250-257.

Вопросы обеспечения электробезопасности при проектировании военных зданий и сооружений различного назначения на основе действующих стандартов

Issues of electrical safety in the design of military buildings and facilities of various purposes on the basis of existing standards

Аннотация. В статье выполнен анализ некоторых действующих нормативных правил и стандартов в вопросах обеспечения безопасного электроснабжения военных зданий и сооружений различного назначения. В ряде случаев, проектировщики не могут выполнить высоконадёжное обеспечение электробезопасности из-за ряда недостатков конструктивных и схемных решений, которые предлагают действующие стандарты Российской Федерации. В этой статье внесён ряд предложений, позволяющих решить эти вопросы.

Abstract. The article analyzes some existing regulations and standards in ensuring the safe electricity supply of military buildings and facilities of various purposes. In some cases, designers are unable to perform highly reliable electrical safety because of a number of shortcomings in the design and schematic solutions that the current standards of the Russian Federation offer. There are a number of proposals in this article to address these issues.

Ключевые слова: электроснабжение, заземление, заземляющие устройства, заземляющие электроды, электробезопасность.

Keywords: electricity, grounding, grounding devices, grounding electrodes, electrical safety.

Одной из важнейших задач перед системами электроснабжения военных объектов ставится задача не только их надёжного электроснабжения, но и обеспечение высокого уровня электробезопасности установок в процессе их эксплуатации. Ключевую роль в обеспечении данной задачи на высоком техническом уровне играет техническое совершенство и надёжность заземляющих устройств.

В рамках исследований авторы выполнили научный анализ существующих нормативных документов, регламентирующих технические и конструктивные решения в применении заземляющих устройств. Разработан ряд предложений, обеспечивающих надёжную и долговременную электробезопасность систем электроснабжения объектов военного назначения.

ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011 заменяет ГОСТ Р 50571.5.54-2011/МЭК 60364-5-54:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов». Настоящий стандарт устанавливает требования к заземляющим устройствам, защитным проводникам и защитным проводникам уравнивания потенциалов, применяемых для обеспечения безопасности в электроустановках. В п. 542.2.3 этого стандарта

утверждается, что в качестве заземлителей могут быть применены: замоноличенные в бетон фундаментные заземляющие электроды, заглубленные в грунт фундаментные заземляющие электроды, а также и металлическая арматура железобетона (за исключением напряженного железобетона), расположенного в грунте. Это не соответствует требованиям пункта D.3 приложения D «Заземляющие электроды в земле» в котором заземляющие электроды, заглубленные в грунт, могут быть выполнены только из: стали горячего цинкования, стали в медной оболочке, стали с медным покрытием, нержавеющей стали, голой меди. Кроме того, в таблице 54.1 – «Минимальные размеры проложенных в земле заземляющих электродов из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости», материал и минимальное сечение заземляющего электрода: сталь замоноличенная в бетон, – голая, а при профиле – круглая проволока, диаметр должен быть не менее 10 мм. Очень часто, для «оптимизации» стоимости заземляющих устройств, организации при новом строительстве, прибегают именно к этому варианту. Согласно же ПУЭ 7-го издания, (таб. 1.7.4 «Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле»), – для заземляющих вертикальных электродов может использоваться чёрная сталь круглой формы диаметром не менее 16 мм. По мнению авторов, в случае применения этих требований, заземляющее устройство (ЗУ) не будет отвечать коррозионной стойкости на срок, на который оно должно быть рассчитано. В идеальном варианте, ЗУ должно служить столько же времени, на сколько рассчитана сама система, а в данном случае, – это система электроснабжения. Практический опыт эксплуатации военных объектов показывает, что в первую очередь жизненный цикл в электроустановках заканчивается прежде всего у ЗУ в элементах, находящихся в грунте. Согласно СТО 56947007-29.130.15.105-2011 «Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок», – проверка ЗУ в полном объеме – не реже 1 раза в 12 лет. То есть, в этот момент эксплуатирующая организация должна быть готова к капитальному ремонту ЗУ, и прежде всего – это замена заземляющих электродов, что бывает весьма затруднительно, а порой и не выполнимо для удалённых военных объектов, которые часто ограничены в технических ресурсах. [6,7].

Как свидетельствуют результаты анализа эксплуатации электроустановок – элементы заземляющего устройства, находящиеся в грунте, подвергаются более жесткому воздействию агрессивной среды, чем аналогичные элементы, находящиеся на поверхности земли или внутри объекта. Способность заземляющих электродов противостоять коррозии определяет срок эксплуатации заземляющего устройства. Сама по себе коррозия является сложным явлением, изучением и предотвращением которого занимается все инженерное сообщество. К сожалению, эти знания и опыт слишком мало воплощаются в жизнь современным электротехническим сообществом. В результате существует общее непонимание того, чем отличается омедненный заземляющий стержень, от оцинкованного. Ответ, прежде всего, заключается в способности двух материалов покрытия, а именно меди и цинка, противостоять любым видам коррозии: электрохимической, электролитической или химической. Коррозией называется разрушение металлов в результате их физико-химического взаимодействия с окружающей средой. При этом металлы окисляются и образуются продукты коррозии, состав которых зависит от условий коррозии.

Рассмотрим это подробнее. Следует отметить, что химическая коррозия характерна для сред, не проводящих электрический ток. Электрохимическая коррозия может протекать: а) в водных растворах электролитов, то есть солей, кислот и щелочей; б) в атмосфере любого влажного газа; в) в грунтах. Коррозия в грунте (почвенная коррозия) приводит к разрушению проложенных под землей трубопроводов, оболочек кабелей, деталей строительных сооружений,

в том числе и ЗУ. Металл в этих условиях соприкасается с влагой грунта, содержащей растворенный кислород. В зависимости от состава грунтовых вод, а также минералогического состава грунта, скорость этого вида коррозии может быть весьма различной. Цинк применяют главным образом в качестве защитного покрытия на стали для предохранения ее от атмосферной коррозии и коррозии в растворах солей, в частности в морской воде. В связи с тем, что потенциал коррозии цинка отрицательнее, чем у большинства металлов, его используют в качестве материала для протекторов [8]. Если рассматривать кислотосодержащие среды, то в этом случае будет уже другая ситуация. Для коррозии металлов в кислых средах характерны свои особенности. Это прежде всего значительная зависимость скорости растворения металла от кислотности раствора. С уменьшением pH («*potentia hydrogeni*» — сила водорода, или «*pondus hydrogenii*» — вес водорода) — это единица измерения активности ионов водорода в любом веществе, количественно выражающая его кислотность) скорость коррозии в неокислительных кислотах возрастает. Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот вследствие того, что ее потенциал более положительный, чем потенциал водорода. Однако если к медной пластинке, опущенной в кислоту, прикоснуться цинковой пластинкой, то на меди начинается бурное выделение водорода. Это происходит потому, что образуется гальваническая пара, в которой более активный металл (цинк) служит анодом. На аноде происходит окисление цинка. Соотношение между потенциалами контактирующих металлов зависит не только от природы металлов, но и от природы растворенных в воде веществ и температуры. Так, в случае контакта железо-цинк, последний интенсивно корродирует при комнатной температуре, но в горячей воде полярность металлов изменяется, и корродировать начинает железо. Для защиты от коррозии и предупреждения ее применяются различные методы. Рассмотрим основные, которые применяются в технической практике.

Легирование металлов. При легировании в состав сплава вводят компоненты, вызывающие пассивацию основного металла и повышение его устойчивости к коррозии. В качестве таких легирующих компонентов применяют хром, никель, вольфрам и другие металлы. Легирование металлов, как метод считается очень эффективным, но безусловно это очень дорогой способ защиты от коррозии.

Защитные покрытия. Материалами для защитных покрытий могут быть как чистые металлы цинк, кадмий, алюминий, никель, медь, хром, серебро, так и их сплавы (бронза, латунь и др.). Примером анодного покрытия может служить цинковое покрытие на стальных изделиях. При повреждении покрытия анодом будет служить металл покрытия, а основной металл, в качестве катода, разрушению подвергаться не будет.

Электрохимическая защита. Этот метод защиты от коррозии основан на торможении анодных или катодных реакций коррозионных процессов. К защищаемой конструкции присоединяют металл с более отрицательным электродным потенциалом, чем потенциал металла конструкции. При хорошем контакте защищаемый металл (например, железо) и металл протектора (например, цинк) оказывают друг на друга поляризующее действие в соответствии с их положением в ряду активности металлов. Железо поляризуется катодно, а цинк — анодно. В результате на железе идет процесс окисления того окислителя, который вызывает коррозию (это обычно растворенный в воде кислород), а цинк окисляется.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Методы защиты на прямую зависят от состава среды, в которой находится защищаемый элемент.
2. На качество защиты оказывает прямое влияние температурный режим среды.

3. Выбор материала для выполнения того или иного метода защиты, зависит не только от характера окружающей среды (что указано выше), но и от активного сопротивления этого материала электрическому току, в том числе удельного сопротивления грунта, так как ЗУ должно прежде всего соответствовать значению активного сопротивления, согласно нормативных требований по уровню сопротивления (это зависит от принадлежности ЗУ: рабочее или защитное заземление, величина номинального напряжения и какая система организации нейтрали применяется в рассматриваемой системе электроснабжения).

4. При выборе вида (способа, метода) защиты (с учётом вышеперечисленных факторов), необходимо учитывать соотношение капитальных и эксплуатационных затрат, которые будут оправданы в динамике длительной эксплуатации рассматриваемой системы электроснабжения.

Таким образом, складывается понимание того, что вопросы принятия оптимального решения, связанного с выбором ЗУ, требуют не только расчётного подхода (а исходные условия для расчётов здесь имеют динамический характер, связанный с сезонами года, изменениями экологического характера и пр.), но и исследований, имеющих практический характер.

Ниже представленный материал включает в себя независимые технические исследования, практический опыт, и позволит инженерам-проектировщикам, подрядным организациям, инспекторам, службе эксплуатации военных объектов и другим заинтересованным лицам принимать взвешенные решения.

Известно, что с 1910 по 1955 год [5] Национальное бюро стандартов США (далее – НБС США) провело масштабное исследование подземной коррозии. Во время этих исследований было задействовано 36500 образцов, которые представляли 333 разновидности покрытий из черных и цветных металлов. Во время исследований рассматривались и другие защитные материалы. Испытания были проведены в 128 точках во всём охвате территории Соединенных Штатов. Данные исследования можно считать наиболее масштабными, которые проводились в мире, как по охвату задействованных территорий, так и по временным рамкам длительности исследований.

В результате исследований были получены результаты, которые показали, что в большинстве типов грунта, стержневые электроды, покрытые 99,06 мкм цинка, смогут сохранять свои качества только в течение от 10 до 15 лет. Отличные результаты показал стержневой электрод из стали, покрытый 254 мкм меди – он способен сохранять свои технические характеристики в течение более 40 лет в большинстве типов грунтов. Есть и другие масштабные исследования в этой области. К таковым можно отнести работы, проведенные в рамках Национального научно-исследовательского проекта США по разработке систем заземления. Он был начат в 1992 году. Целью данного проекта было проведение научно-исследовательских работ по сравнению долговечности функциональных характеристик различных типов заземляющих электродов. В ходе этих исследований, спустя 10 лет, 2003 году на одном из первоначальных производственных участков Ravni были извлечены образцы омедненных стержневых электродов диаметром 5/8 дюйма (14,2 мм) и оцинкованных электродов диаметром 3/4 дюйма (17,2 мм). В результате этих исследований было установлено, что на омедненных электродах коррозия отсутствовала, а на оцинкованных, были видны значительные повреждения.

Специалисты компании ERICO (мировой лидер в области производства комплектующих для заземляющих устройств) на основании вышеуказанных исследований, пришли к следующему выводу: оцинкованные заземляющие стержневые электроды могут быть использованы для электроустановок со сроком эксплуатации до 10 лет. Применение же омедненных заземляющих электродов и электродов из нержавеющей стали, благодаря их

длительному сроку эксплуатации, позволяет обеспечить надежную защиту для персонала и оборудования. Напомним, что определить разрушенный коррозией заземляющий электрод не просто. Их размещение под землей затрудняет к ним доступ с целью проверки, даже если точно знать где они смонтированы. Согласно п. 2.7.8. ПТЭЭП «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»: для определения технического состояния заземляющего устройства должны проводиться визуальные осмотры видимой части, осмотры заземляющего устройства с выборочным вскрытием грунта, измерение параметров заземляющего устройства в соответствии с нормами испытания электрооборудования. Установка же стержневых электродов, которые не требуют проверки, будет обеспечивать наиболее высокий уровень безопасности и долговечности.

В ходе описанных выше независимых исследований, имитируя реальные производственные условия на местах, было продемонстрировано, что можно ожидать, то что цинковое покрытие толщиной 99 мкм обеспечит защиту на 10-15 лет в большинстве грунтов различных типов. Это значительно меньше, чем срок службы, обеспечиваемый омедненным стержневым электродом. Несмотря на то, что данным, собранным Национальным бюро стандартов США, более 50 лет они не потеряли своей актуальности и в настоящее время. Металл продолжает подвергаться коррозии в той же степени, как это было и тогда, а может даже и больше (в связи с ухудшением экологии в последнее время, – увеличение количества отходов бытовой и промышленной жизнедеятельности человека, массовым загрязнением атмосферы, грунтов и пр.). Многие из принятых методов, применяемых в настоящее время в электротехнической отрасли, основываются на работах, проведенных еще до исследований НБС США. Здесь не стоит забывать и о работе, сделанной ещё Георгом Симоном Омом в XIX веке. Объективно можно сделать выводы: 99 мкм цинка на оцинкованном стержневом электроде, будет существенно уступать 254 мкм меди на стержневом электроде, в критериях надёжности длительной эксплуатации объектов. Эту разницу следует всегда принимать во внимание. Выбирая заземляющие стержневые электроды, компания ERICO рекомендует руководствоваться следующими принципами: цинковое покрытие 99 мкм – приемлемо для оборудования со сроком службы до 10 лет; медное покрытие 254 мкм – приемлемо для оборудования со сроком службы до 40 лет; медное покрытие 330 мкм – приемлемо для оборудования со сроком службы до 50 лет.

Авторы считают, что для принятия взвешенного решения, ещё на стадии проектирования, необходимо руководствоваться прежде всего здравым смыслом, который должен быть направлен в первую очередь на долговременное и надёжное обеспечение мер электробезопасности, а не ценовыми характеристиками быстрой реализации дешёвого варианта. Необходимо отметить, что существует ещё, к примеру, Технический циркуляр №11/2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках». Целью настоящего циркуляра является разъяснение по выполнению ряда требований главы 1.7 ПУЭ в части приведения их в соответствие с новыми международными требованиями, регламентированных стандартом МЭК 60364-5-54. В данном документе (таб. 1) уже предлагается использовать в качестве заземляющих электродов чёрную круглую сталь для заглубления в земле, диаметром не менее 18 мм. Ассоциации «РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ», разработавшая этот циркуляр, позиционирует то, что срок службы при скорости коррозии в нормальных грунтах 0,06 мм в год составляет 25 – 30 лет. Здесь хочется отметить прежде всего то, что речь идёт о «нормальных» грунтах, но не приводятся никаких характеристик этого грунта (критерии обводнения, наличия допустимых значений агрессивных сред, состав этих сред, температурный режим и т.д.).

Выводы:

1. При проектировании систем электроснабжения военных объектов необходимо рассматривать ЗУ прежде всего в рамках долговременной и надёжной эксплуатации в течении не менее 30 лет.
2. При принятии решений по вариантам конструктивного характера для ЗУ следует отдавать предпочтение прежде всего медным либо омеднённым вертикальным электродам. На втором месте рассматривать нержавеющую сталь. Это очень важно прежде всего для глубинных электродов (в местах вечной мерзлоты, скальных грунтов, где расположено огромное количество военных объектов в РФ [6,7]).
3. Руководствоваться объективными данными о состоянии грунтов, при этом не ограничиваться характеристиками их удельной электропроводности. Здесь крайне необходимы верные данные по агрессивным средам в рассматриваемых грунтах (в том числе их увлажнении, имеющими и сезонный характер, температурный диапазон). Данные желательно подкреплять сведениями по динамике изменения состояния существующих ЗУ (желательно за последние 10-15 лет), которая может корректировать принятие решения и придавать ему более объективную основу.
4. При технико-экономических расчётах, учитывать не только первоначальные капитальные вложения на ЗУ, но и расходы на эксплуатацию, с периодом прогноза на срок не менее 30 лет (с учётом динамики изменения цен на сталь и цветные металлы).
5. В примечании к пункту 542.3.1 ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011, авторы полагают, что вместо слов «для железа» следует читать «для стали».
6. Принятие решение всегда должно носить системный характер, учитывающий многофакторную основу. Нельзя забывать то, что ЗУ выполняет роль не только создания условий по электробезопасности, но и играет ключевую роль в показателях качества электрической энергии (обеспечение симметрии напряжений, при использовании системы с глухозаземлённой нейтралью).
7. Очень важной представляется работа местных сетевых организаций в сборе объективной статистической информации системного характера (обычно эта работа ограничивается фиксированием только аварийных отключений, связанных: с пробоем изоляции КЛЭП, с обрывами проводов ВЛЭП и т.д.). Авторы предлагают эту роль отводить испытательным лабораториям, при сетевых компаниях. Эти данные должны иметь общедоступный характер в масштабах рассматриваемых регионов. Доступ к этим данным должен быть не только у проектных организаций, но и у органов эксплуатации, для формирования объективных технических условий и грамотного планирования расходов.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов. – М.: Стандартинформ, 2014.
2. Правила устройства электроустановок, издание седьмое – М.: - НЦ ЭНАС, 2002.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителя, 2003.
4. Технический циркуляр №11/2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках», 2006.
5. «Подземная коррозия» Мелвин Романофф, Министерство торговли США, Национальное бюро стандартов, Циркуляр 579 (апрель, 1957).

6. Сухарь Г.А., Белов О.Е., Брусакова И.В. Комплексный подход к обоснованию параметров оптимальных предпроектных радиусов распределительных электрических сетей объектов военной инфраструктуры. СПб.: Научный журнал Военный инженер № 4(10) ВИ(ИТ) ВА МТО им. Хрулёва, 2018 г.

7. Сухарь Г.А., Белов О.Е., Тинин А.Д. Обоснование инженерных решений в вопросе бесперебойного электроснабжения панелей противопожарных устройств зданий и сооружений. СПб.: Научный журнал Военный инженер № 4(14) ВИ(ИТ) ВА МТО им. Хрулёва, 2019 г.

8. Справочник химика 21. <https://www.chem21.info/index/>

Запах как аналитический параметр состояния твердых коммунальных отходов

Smell as an analytical parameter of the state of municipal solid waste

Аннотация. В настоящей работе рассмотрен аналитический контроль воздуха контейнеров сбора твердых коммунальных отходов по распознаванию образов, соответствующих запахам мусора. В качестве газоаналитического устройства применяется мультисенсорная система, построенная на основе полупроводниковых газочувствительных сенсоров. Количество каналов меняется от 8 до 32, оптимизированных вещественным составом чувствительного слоя.

Показан математический аппарат формирования спектров запахов и корреляционный метод идентификации измеряемых спектров по спектрам, составляющих базу данных. Приведены примеры разложения и идентификации запахов твердых коммунальных отходов по целевым и по простым запахам.

Abstract. In this paper, we consider the analytical control of the air of municipal solid waste collection containers by recognizing images corresponding to garbage odors. A multi-sensor system based on semiconductor gas-sensitive sensors is used as a gas-analytical device. The number of channels varies from 8 to 32, optimized by the material composition of the sensitive layer.

A mathematical apparatus for the formation of odor spectra and a correlation method for identifying the measured spectra from the spectra that make up the database are shown. Examples of decomposition and identification of municipal solid waste odors by target and simple odors are given.

Ключевые слова: сенсор, корреляция, волновая функция, начальный момент, запах, идентификация.

Keywords: sensor, correlation, wave function, initial moment, smell, identification.

Введение.

Оптимизация сбора и утилизации бытовых и технологических отходов основана на селекции по типам собираемых отходов. Например, разделение бумажных, пластиковых, металлических и других отходов значительно повышают эффективность утилизации и снижают экологическое давление на окружающую среду [14, 15, 16, 18].

Если в Европе отдельный сбор мусора – парадигма, то в России население не готово к селекции отходов на начальном этапе. Кроме того, если начать «делить» мусор на уровне отдельно взятой квартиры, то большинство точек сбора мусора (мусорные контейнеры) к подобным действиям не приспособлено.

Не полное разделение мусора по составу предполагает контроль наполняемости контейнеров по определенному типу отходов: для бумаги и картона, для пластика, для металла и для пищевых (общих) отходов. При этом возникает еще одна задача – контроль вещественного и фракционного состава отходов. При 90 % разделении отходов по классам такой проблемы не

существует, а при 50 – 75 процентном разделении (и ниже) эта проблема становится актуальной [17].

Задача вещественного и фракционного контроля аналитически сложна и требует применения сложных аппаратных решений. Аналитический контроль вещественного состава требует не только высокой чувствительности, но и селективности для принятия решения по безопасности утилизируемых отходов.

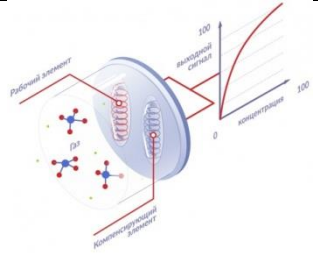
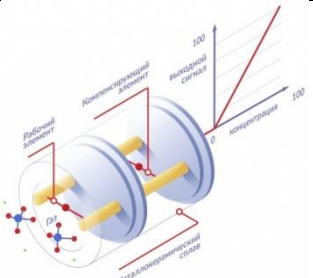
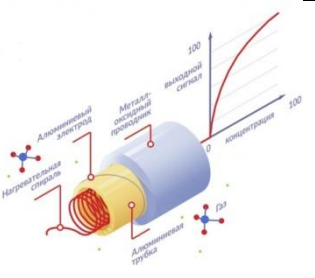
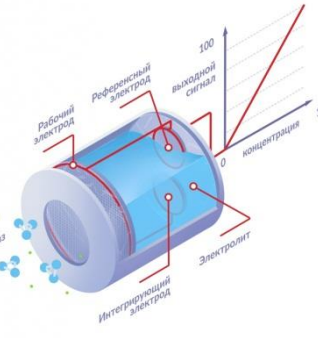
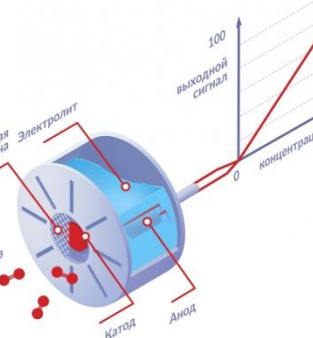
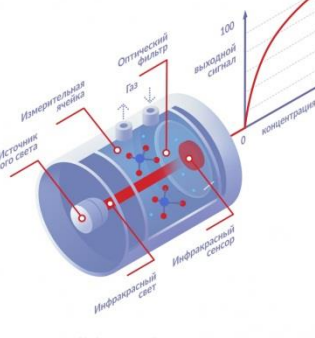
При контроле состава собираемого мусора следует учитывать химические превращения составляющих отходы веществ, их трансформацию и, соответственно, возможность их изменения [10]. Таким образом, селективное определение компонентов отходов относится к аналитическим задачам, требующих применения сложного оборудования и методического обеспечения, что серьезно повышает стоимость систем аналитического контроля.

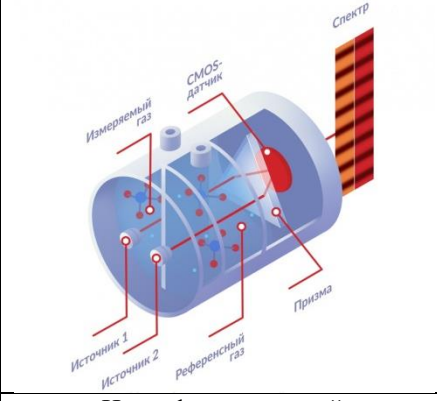
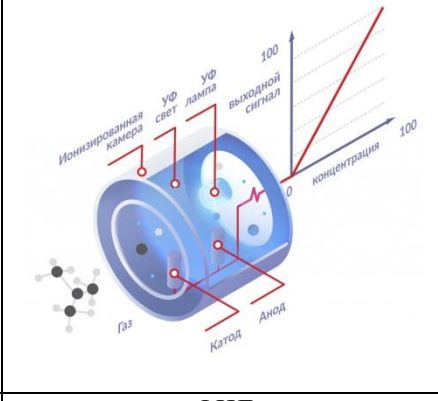
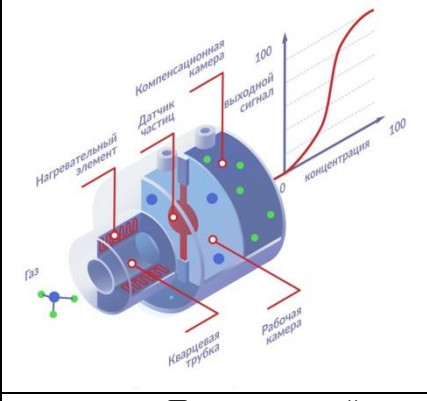
Аппаратные средства контроля запаха ТКО

Для локального контроля вещественного и фракционного состава контейнеров наиболее оптимальным являются сенсорные методы, основу которых составляют полупроводниковые газочувствительные сенсоры резистивного типа [11]. Полупроводниковые сенсоры наиболее предпочтительны, так как на основе могут формировать мультисенсорные системы на основе 4-х и более каналов, работающих в различных температурных режимах.

Практически все сенсорные элементы работают по единому принципу: вещество из газовой фазы доставляется на поверхность (в случае твердотельных элементов) или в рабочий объем (в случае оптических элементов) посредством направленного движения потока воздуха, затем с помощью адсорбции или диффузии – в зону измерений (таблица 1) [1, 12].

Таблица 1 – Схематичное представление сенсоров различной физической природы

		
Термокаталитический	Термокондуктивный	Полупроводниковый
		
Электрохимический	Гальванический	ИК Оптический

 Интерференционный	 ФИД	 Пиролитический
--	---	---

К общим недостаткам практически всех сенсоров следует отнести проблему селективности и специфичности обнаружения веществ аналитов. Если для молекул неорганических веществ электрохимические сенсоры и ряд оптических могут обеспечить необходимую селективность обнаружения, то для органических молекул в многокомпонентных смесях селективность практически отсутствует.

К еще одной проблеме, характерной для сенсорных элементов следует отнести стабильность фоновых (нулевых) измерений. В ряде случаев данная задача решается алгоритмически, посредством введения первичных преобразований, учитывающих статистические особенности измерений.

Анализаторы, построенные на сенсорной основе, позволяют не только проводить традиционный полуколичественный анализ, но и исследовать процессы, формирующие аналитические свойства окружающей среды, в данном случае, запах и причины его модификации. Это наиболее важное свойство для контроля сложных воздушных смесей и проводить более точное обнаружение источника примесей (особенно это важно для химически опасных веществ) [2].

К преимуществам сенсорного контроля следует отнести: миниатюрность устройства и сравнительная простота использования, селективность для многоканальных систем, отсутствие влияния влаги и температуры, возможность измерений и обработки в режиме реального времени, применение различного методического обеспечения для предварительной и конечной обработки результатов измерений также в режиме реального времени. Также минимизируется время единичного измерения и возможна реализация непрерывного контроля, то есть, можно организовать режим мониторинга.

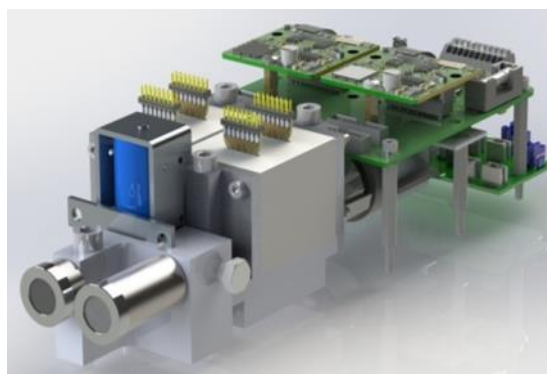


Рис. 1 – Вариант 16-ти канального анализатора типа «Электронный нос»

На основе полупроводниковых сенсоров разработан газоанализатор с функциями определения и идентификации запахов, характерных для окружающей среды. Физические и аналитические возможности полупроводниковых сенсоров позволяют сформировать многоканальные анализаторы и снабдить их функциями «Электронного носа».

Запах, как аналитический параметр

Вещественному, также, как и фракционному составу отходов, собираемых в контейнеры, соответствуют различные запахи, формируемыми составляющими компонентами.

Запах, как интегральная характеристика сложного вещества, обладает аналитическими свойствами, которые зависят от вещественного состава, определяющего степень химической опасности собранных в контейнер отходов. Запах, как интегральный образ, формируется на основе веществ, участвующих в химических реакциях, которые могут меняться по мере заполнения контейнера. Также, следует отметить, что формирование запаха зависит от фракционного состава.

Действительно, бумажный мусор значительно отличается от мусора пластикового, не говоря уже о пищевых отходах. При низком разделении мусора фракционный состав играет более важную роль, чем вещественный состав, так реакционная способность отходов зависит от составляющих фракций.

Таким образом, запах отходов может служить аналитическим маркером вещественного и фракционного состава, определяющим принадлежность отходов к тому или иному классу опасности. Теория запаха [3] позволяет определить не только фракционный и вещественный состав отходов, но и динамическую трансформацию запахов.

Резкие запахи от мусоросборочных контейнеров образуются при разложении пищевых отходов, упаковок и отходов другого типа. Собранные вместе в замкнутом пространстве, компоненты мусорного контейнера формируют запахи, которые могут быть не только неприятными, но и опасными для человека.

На самом деле за запахи, исходящие от мусоросборников (контейнеров), отвечают несколькими десяткам (в некоторых случаях – сотням) химических соединений - продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, которые активно размножаются в разлагающихся отходах. Некоторые вещества способны образовываться лишь в анаэробных условиях (без доступа кислорода), для других возможных составов необходимо интенсивное окисление.

«Мусорный» запах, как интегральный (сложный) параметр среды, является составным. Ряд простых веществ, помещенных в специфичные условия, способны генерировать «мусорный» запах, характерный для мест сбора пищевых и бытовых отходов (рисунок 2). Контроль запаха, построение его эталонного образа и помещение его в базу данных, лежат в основе задачи распознавания образа, характеризующего «мусорный» запах.

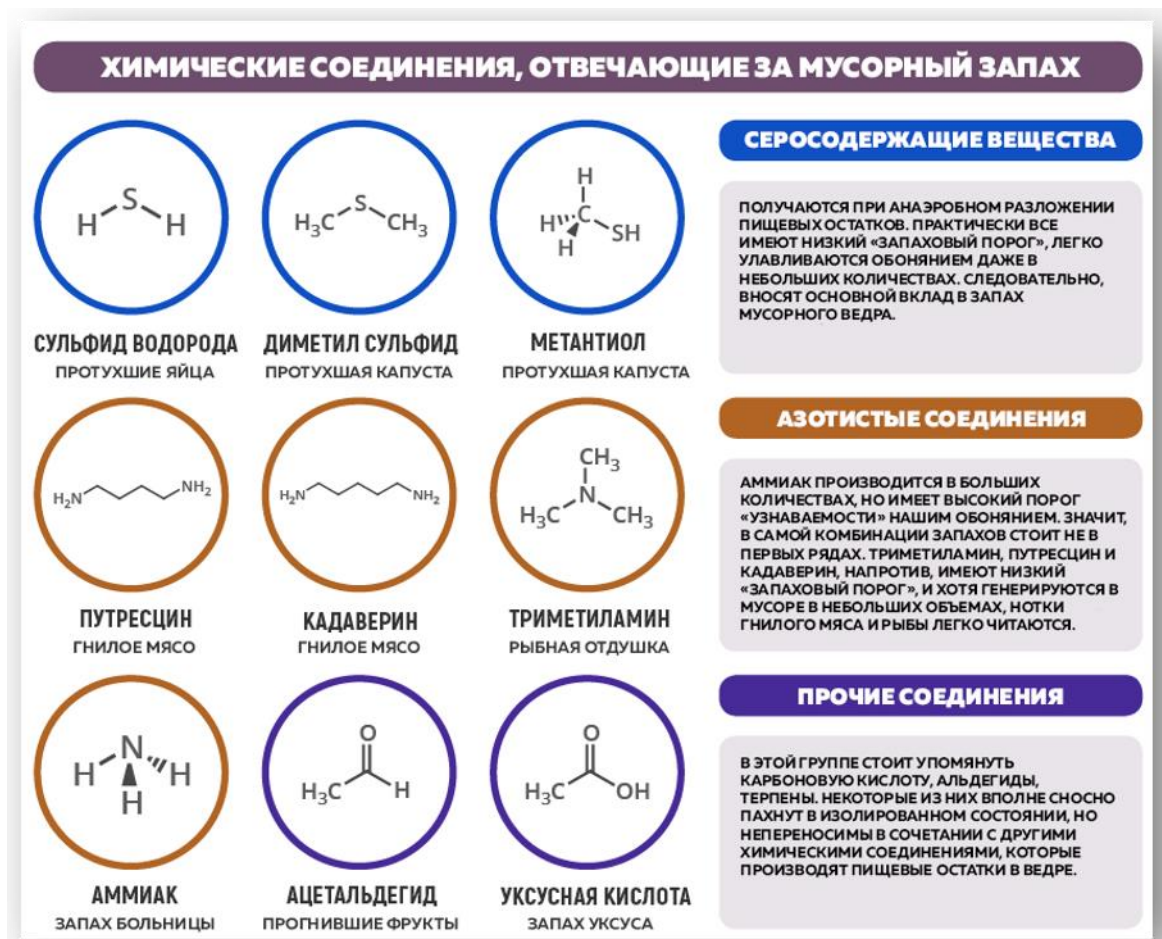


Рис. 2 – Формирование запаха мусорных контейнеров

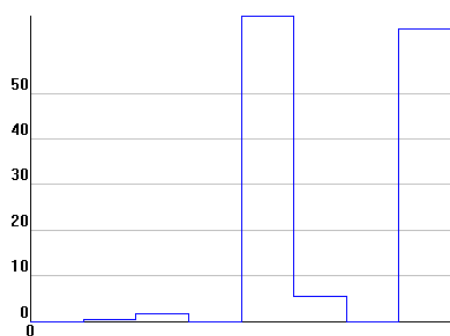
Запах, как образ многокомпонентного вещества, формируется на основе однокомпонентных летучих веществ, выделяемых при определенных условиях. При этом вещества с высокими концентрациями и максимальной летучестью составляют основу вновь образованного запаха многокомпонентной смеси. Действительно, состав многокомпонентной среды можно выразить через суперпозицию однокомпонентных составов:

$$S(X_1, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \varphi_i(X_i), \quad (1)$$

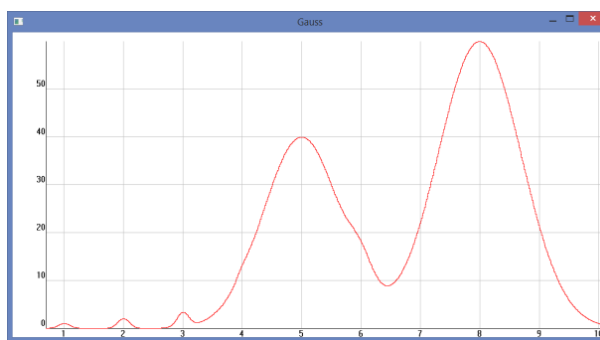
где, $S(X_1, \dots, X_n)$ - функция, соответствующая измеряемому запаху, α_i - коэффициенты разложения функции запаха по функциям, соответствующим однокомпонентным веществам φ_i . На основе уравнения (1) можно выбрать аналитическое устройство, которое позволяет определить как функции однокомпонентных веществ, так и рассчитать функцию реального запаха по коэффициентам разложения. Очевидно, что наиболее подходящими устройствами являются спектрометры, которые позволяют регистрировать спектры, полученные в равных условиях измерения непосредственно в точке контроля.

В случае применения сенсорных методов формируются аппаратные спектры, которые определяются по аналитическим каналам, то есть по аналитическим сигналам от каждого сенсора, входящим в мультиканальную систему [4, 12]. Спектры формируются по усредненным значениям аналитического сигнала в каждом канале и являются уникальными для каждого целевого вещества и измеряемого запаха. При этом сенсорный состав измерительной системы фиксируется. На рисунке 2 приведены дискретный и непрерывный спектры паров хлороводорода. Вид спектров определяется применяемым оборудованием, при этом более

предпочтительны спектры энергодисперсионного типа, так как их формирование проводится в режиме реального времени, сохраняя условия их генерации и возможность сравнения.



Дискретный спектр паров хлороводорода



Непрерывный спектр паров хлороводорода

Рис. 3 – Пример дискретного и непрерывного спектра

Простые (однокомпонентные) вещества также представляют спектр, зависящий от энергии связи и применяемого детектора. Спектры однокомпонентных веществ являются базисом разложения сложного вещества, при этом коэффициенты разложения α_i представляют спектр контролируемого запаха.

Действительно, энергодисперсионные спектры определяются разбросом относительно наиболее вероятной энергии, образующей молекулу целевого вещества. Энергетические уровни, характерные для устойчивой молекулы или радикала, входящего в молекулу, как правило, вырождены (для сложных молекул имеет место многократное вырождение). Энергия каждого вырожденного уровня определяется квадратом соответствующей ему волновой функции $\psi(E_i)$, являющейся решением соответствующего молекуле уравнения Шредингера [5]:

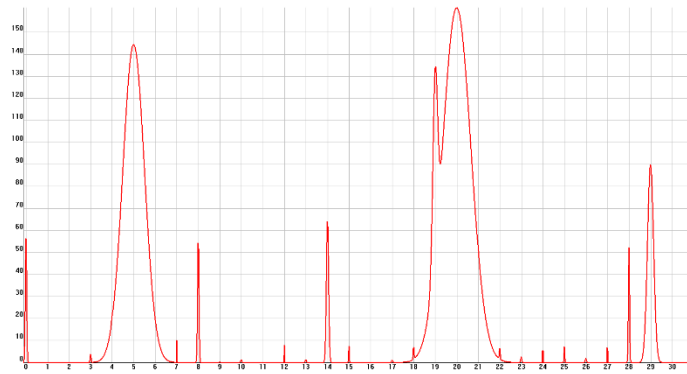
$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}U\psi = i\hbar \frac{\partial\psi}{\partial t}$. Решением уравнения Шредингера являются волновые функции вырожденных состояний: $\psi = \psi_r e^{-iEt}$, физический смысл имеет квадрат волновой функции -

$$|\psi|^2 = C \cdot |e^{-iEt}|^2 \approx \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(U-\langle U \rangle)^2}{2\sigma^2}}.$$

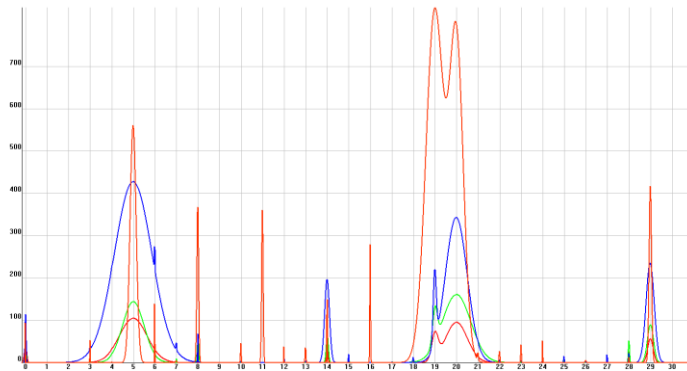
Спектральное разрешение молекулярного спектра зависит от разрешающей способности устройства измерения (например, ИК-спектрометра, хромато-масс-спектрометра или любого другого прибора). В случае применения мультисенсорных систем [6] разрешающая способность определяется количеством установленных сенсоров, то есть, количеством аналитических каналов. Для установленных каналов молекулярный спектр может быть представлен уравнением:

$$\varphi_i = \sum_i \frac{C_i}{\sigma_i\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Z_i - \langle Z_i \rangle)^2}{2\sigma_i^2}}, \quad (2)$$

где, i – номер аналитического канала, σ – среднеквадратичное отклонение текущей дисперсии для каждого канала i , Z – текущая дисперсия потенциала в каждом канале при хемосорбции целевого вещества [7].



32-х канальный спектр толуола



32-х канальные спектры многокомпонентных смесей

Рис. 4 – Пример спектров однокомпонентных и многокомпонентных смесей

Таким образом, спектр целевого вещества является суперпозицией квадратов волновых функций (1) вырожденных молекулярных состояний: $S(X_1, ..., X_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \varphi_i(X_i)$.

То есть, из (1) и (2) следует уравнение:

$$S(X_1, ..., X_n) = \sum_i \alpha_i \frac{C_i}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Z_i - \langle Z_i \rangle)^2}{2\sigma_i^2}}, \quad (3)$$

которое соответствует спектру запаха, составленному из целевых веществ [8]. Коэффициенты α_i рассчитываются на основе спектров однокомпонентных веществ, при этом должно выполняться равенство $|S_{calc} - \beta S_{exp}| \rightarrow \varepsilon$, где ε - бесконечно малая величина, β - коэффициент соответствия, который рассчитывается корреляционным методом.

Коэффициент разложения α_i для спектра $S(X_1, ..., X_n)$ рассчитывается по корреляционной матрицы, составленной из спектров целевых веществ и спектра запаха. Для сравнения спектров, соответствующих запаху и целевым веществам, то есть вещественный состав запаха, достаточно определить коэффициент корреляции, вычисляемый как $C_{0i} = \frac{\langle S_0 S_i \rangle - \langle S_0 \rangle \langle S_i \rangle}{\sigma_0 \sigma_i}$, где $\langle S_0 S_i \rangle$ – означает усреднение произведения амплитуд сравниваемых спектров σ_1, σ_2 – среднеквадратичные отклонения для спектров запаха и целевых веществ [9].

Коэффициенты корреляции, определенные для двух или более спектров (корреляционная матрица) определяют коэффициент идентификации – функцию соответствия целевого вещества к измеренному запаху, иначе, силу зависимости между спектрами. Чем ближе коэффициент корреляции к единице для спектра запаха к целевому веществу, тем больше данного вещества содержится в запахе: $S(X_1, ..., X_n) \Rightarrow \{C_{01}, ..., C_{0n}\}$, где $i = 1 \div n$ - номер целевого вещества.

То есть, точность идентификации зависит от количества целевых (однокомпонентных) веществ, собранных в идентификационную базу данных. Очевидно, что если вещество, содержащееся в базе данных входит в состав запаха, то соответствующий коэффициент корреляции стремится к единице, если же вещества нет – то к нулю. Количество вещества из базы данных, входящего в запах, пропорционально значению коэффициента корреляции. Соответственно, корреляционная матрица определяет вещественный состав запахов.

Контроль контейнеров сбора ТКО по запахам

Заполняемость контейнеров косвенно можно оценить по интенсивности сформированных запахов в соответствии фракционному и вещественному составу ТКО. В процессе сбора мусора в контейнер контроль фракционного состава целесообразно проводить в зависимости от заполняемости, что значительно повышает точность количественного определения долевого состава отходов. Таким образом, для аналитического контроля целесообразно сформировать специальную базу данных, включающую не только спектры однокомпонентных веществ, но и запахи фракций, характерных для ТКО.

Повышение эффективности раздельного сбора отходов позволяет добиться формирования сигнала оповещения о типе фракции в течение полной заполняемости рабочего объема контейнера, что позволяет контролировать состояние контейнеров, как по заполнению, так и по предполагаемому ущербу, наносимому окружающей среде.

Динамика формирования запахов контейнера сбора ТКО

Динамика изменения запахов в контейнерах сбора ТКО показывает процессы, проходящие в течение времени хранения (рисунок 4). При определении динамического состояния контейнера по запахам можно проследить трансформацию изменения уровня опасности собранного мусора (рисунок 5).

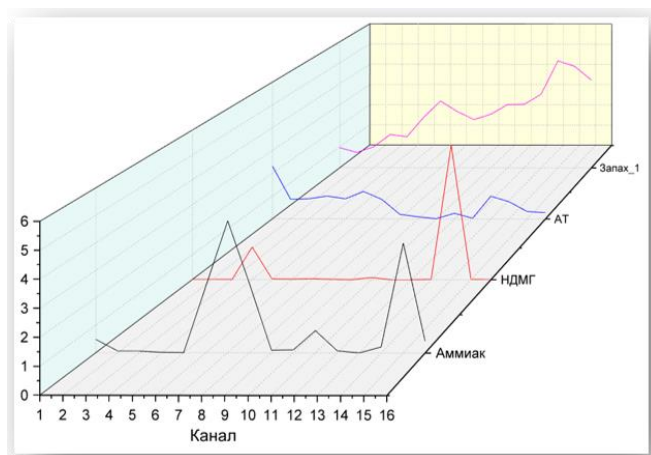


Рис. 5 – Пример формирования запаха из целевых веществ

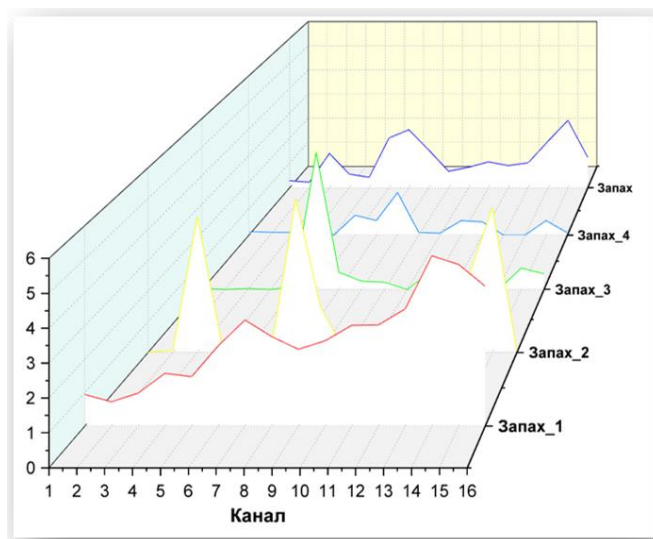


Рис. 6 – Пример формирования сложного запаха по мере заполнения контейнера

Действительно, при заполнении контейнера меняется как фракционный, так и вещественный состав ТКО. Соответственно, меняются и химические реакции, обусловленные составом ТКО. В данном случае следует обратить внимание на ТКО биологического происхождения, так как такие фракции, как бумага, пластик, металлические включения имеют низкую химическую активность относительно пищевых, жидких отходов. Поэтому целесообразно построить модельный эксперимент по формированию запахов от отходов биологического (бытового) происхождения.

На первичной стадии деления ТКО по фракциям с большой вероятностью можно выделить бумажные отходы, металлические включения, а также отходы органического происхождения (пластик), то разделение ТКО биологического происхождения и жидкую фазу собираемого мусора разделить практически невозможно.

По мере накопления активных фракций ТКО изменяются термодинамические и химические параметры, которые определяют реакционную способность среды в контейнере. С увеличением времени хранения и массы ТКО растет температура объема контейнера и, соответственно, увеличивается химическая активность, то есть, изменяется текущий запах.

В общем случае количество возможных запахов может возрастать, изменяя текущий фон. Корреляционный анализ позволяет определить не только вещественный состав запаха фона, но и составляющие фон более простые многокомпонентные смеси, составляющие запахи, присущие объему контейнера. Это еще раз подтверждает специфичность базы данных, сформированной для определения состояния контейнера.

Обсуждение результатов

Проведенные эксперименты показывают, что запах собранного мусора является необходимым и достаточным признаком (параметром) по контролю состояния контейнера. Действительно, определение класса опасности ТКО, активность химических превращений составляющих ТКО веществ по мере наполнения контейнера, снижает величину экологического давления на среду.

Как и любой аналитический метод, применение мультисенсорных систем на основе полупроводниковых датчиков, требует разработку методики по формированию базы данных целевых веществ и возможных запахов. При этом база данных должна учитывать соответствие спектров целевых веществ и спектров запахов рабочим условиям измерений, в которые входит вещественный состав сенсоров, температуры нагрева и расход потока отбираемой пробы.

Также требует доработки алгоритм разложения и идентификации получаемых спектров с учетом пополнения уже сформированной базы данных. Также целесообразно определить количество каналов применяемой мультисенсорной системы. Разработанные микросборки сенсоров позволяют устанавливать количество каналов кратно 4: 4, 8, 12 и т.д.

Выбранный алгоритм идентификации – корреляционный анализ позволяет проводить идентификацию, как по целевым веществам, так и по простым запахам с высокой достоверностью.

Выводы

Сенсорные методы анализа, построенные на основе полупроводниковых сенсорах, объединенных в мультиканальные системы, наиболее оптимально соответствуют анализатору типа «Электронный нос». При этом мультиканальная система может состоять из большого количества сенсоров: от 4 до 64 (128).

Применяемые математические методы подготовки результатов измерений для сравнения и идентификации запахов опираются на анализ реальных веществ, как однокомпонентных, так и сложных композиций – запахов. Алгоритм обработки позволяет не только идентифицировать запах и определять степень (уровень) опасности, но и провести разложение спектра запаха по спектрам целевых веществ, хранящихся в базе данных.

Также большое внимание следует уделить устройству отбора анализируемой пробы, так как от правильного отбора зависит достоверность анализа. Также нельзя забывать о формировании базы, которая должна соответствовать условиям измерения реальной среды, либо максимально их моделировать.

Очевидно, что использование запаха как маркера состояния контейнера в отличие от целевых веществ позволяет не только установить класс опасности собранных отходов, но и проследивать динамику изменения вещественного и фракционного состава ТКО.

Список литературы:

1. Ф.Ф. Волькенштейн // Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции М, «Наука» Гл. ред. физ.-мат лит., 1987 - 432 с.
2. Savitzky, A.; Golay, M.J.E. (1964) // «Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures». Analytical Chemistry. 36 (8): 1627–39.
3. Фок В. А. Начала квантовой механики. — М.: Наука, 1976. — 376 с. — Часть IV, § 3. — стр. 273—279.
4. Манойлов, Ю.А. Титов, А.Г. Кузьмин, И.В. Заруцкий // Методы обработки и классификации масс-спектров выдыхаемых газов с использованием дискриминантного анализа. / Научное приборостроение, 2016, том 26, № 3, с. 50–57
5. Эль-Салим С.З. / Перспективы применения полупроводниковых мультисенсорных устройств в газовом анализе/ С.З. Эль-Салим, О.В. Черемисина, Е.А. Черемисина // Нанотехнологии. Изд. Руда и металлы. № 1, 2008. С. 6-21.
6. R. Hegger, H. Kantz, and T. Schreiber. Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package, CHAOS 9, 413 (1999)
7. Мясников И.Я., Сухарев В.Я., Куприялов Л.Ю., Завьялов С.А. Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях. М.: Наука, 1991. 327 с.
8. Налимова С.В. Анализ газочувствительных наноструктур с варьируемым типом и концентрацией адсорбционных центров: Автореф. дис. канд. физ.мат. наук: / Санкт-Петербургский государственный электротехнический ун-т, СПб, 2013. 22 с.

9. Odor identification using SnCVbased sensor array / T. Maekawa, K. Suzuki, T. Takada, T. Kabayushi, M. Egashira // *Sensors and Actuators*. 2001. V. 80. P. 51-58.
10. Bondarev A.V., Sarkisov S.V., Pivovarova I.I., Bolbyshev E.V., Korpusov A.N. Modeling an automated management system of technological processes in public energetics // I International Conference "ASEDU-I 2020: Advances in Science, Engineering and Digital Education" - 2020. - Vol. 1691. P. 012002. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012002.
11. Саркисов С.В., Эль-Салим С.З., Никонов В.С., Игнатьев А.А. Метод контроля токсичных химикатов в водных растворах по газоаналитическим измерениям концентрации насыщенного пара растворенных веществ // *Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 7-8 (145-146) – СПб – 2020 г. – С. 82-89*
12. Никонов В.С., Игнатьев А.А., Саркисов С.В., Гжибовский Н.Э., Эль-Салим С.З. Комплексное определение несимметричного диметилгидразина в окружающей среде // *Экологические системы и приборы*. - 2020. №10. С. 30-38.
13. Игнатьев А.А., Саркисов С.В., Черемисин С.З. Комплексный контроль паров ракетных топлив несимметричного диметилгидразина и тетраоксида азота // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 7 (8). С. 190-199.
14. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Курбанов А.Х., Зенкевич М.Ю. Концептуальные аспекты развития системы обеспечения экологической безопасности Вооруженных Сил Российской Федерации до 2030 года // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № S8 (9). С. 8-19.
15. Ивановский В.С., Саркисов С.В., Игнатчик С.Ю., Блинов А.В., Корпусов А.Н. Энергоэффективность систем жилищно-коммунального хозяйства: монография. - СПб: Изд-во Политехнического университета. 2020. 215 с.
16. Топоров А.В., Пивоварова И.И., Саркисов С.В. Методы статистического анализа для оценки однородности пространственно - распределенных данных и экологического районирования // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. - Санкт-Петербург, 2019. - № S 2(3). - С. 49-57.
17. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Курбанов А.Х., Вакуненко В.А. Задачи и особенности развития системы материально-технического обеспечения военной организации государства в направлении совершенствования систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры МО РФ // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 7 (8). С. 95-109.
18. Саркисов С.В. Экология: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2015, - 360 с.

**Методика пуско-наладочных работ устройств гашения гидравлических ударов на
канализационных насосных станциях**

**Methods of starting-up and adjustment works on devices for damping hydraulic shocks at
sewage pumping stations**

Аннотация. В статье представлены особенности методики пуско-наладочных работ на устройствах гашения гидравлических ударов на канализационных насосных станциях, применение которой позволяет найти оптимальную продолжительность пуска (остановки) насосного агрегата при заданной величине развиваемого напора и снизить величину избыточного давления, возникающего при гидравлическом ударе в трубопроводах канализационных насосных станций. Проведена апробация, разработанной методики на одной из канализационных насосных станций города Санкт-Петербурга и получена зависимость для нахождения величины гидравлического удара, позволяющая прогнозировать (определять) оптимальное время остановки насосного агрегата на канализационных насосных станциях с различной величиной развиваемого напора.

Abstract. The article presents the peculiarities of the methodology of starting-up and adjustment works on devices for damping hydraulic shocks at sewage pumping stations, the use of which allows you to find the optimal start-up (shutdown) duration of the pump unit at a given value of the developed pressure and reduce the amount of excess pressure arising from a hydraulic shock in the pipelines of sewer pumping stations. The developed technique was tested at one of the sewage pumping stations in the city of St. Petersburg and a dependence was obtained for finding the magnitude of the water hammer, which makes it possible to predict (determine) the optimal stopping time of the pumping unit at sewage pumping stations with different values of the developed pressure.

Ключевые слова: гидравлический удар, напорный трубопровод, канализационная насосная станция, устройства гашения.

Key words: water hammer, pressure pipeline, sewage pumping station, extinguishing devices.

В системах водоотведения напорное транспортирование сточных вод применяется для перекачивания бытовых, производственных, поверхностных стоков, а также осадков [12], образующихся на очистных сооружениях. Согласно СП 32.13330.2018 «Актуализированная редакции СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [1] по п. 5.2.2 гидравлический расчет напорных трубопроводов, включая нестационарные процессы, необходимо проводить по СП 31.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-85* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [2].

В соответствии с СП 31.13330.2012 [2] меры защиты от гидравлических ударов на канализационных насосных станциях принимаются с учетом величины повышения давления для случаев:

внезапного выключения всех или группы совместно работающих насосов вследствие нарушения электропитания;

выключение одного из совместно работающих насосов до закрытия поворотного затвора (задвижки) на его напорной линии;

пуска насоса при открытом поворотном затворе (задвижке) на напорной линии, оборудованной обратным клапаном;

механизированного закрытия поворотного затвора (задвижки) при включении водовода в целом или его отдельных участков.

В этих условиях при использовании стандартных мер защиты от гидравлических ударов, включающих в себя отдельные мероприятия по снижению давления, такие как: установка на водоводе клапанов для впуска и заземления воздуха; установка на напорных линиях насосов обратных клапанов с регулируемым открытием или закрытием и др., произвести пуско-наладочные работы на канализационных насосных станциях не представляется возможным.

При проведении комплексных исследований на канализационных насосных станциях г. Санкт-Петербурга [3, 4, 5, 11] выявлено, что все известные стандартные средства защиты от гидравлических ударов имеют ограниченную область применения, поскольку не всегда позволяют эффективно снизить величину гидравлического удара до допустимых значений.

По этим причинам при выборе эффективных мероприятий по защите канализационных насосных станций от гидравлического удара возникла необходимость в разработке методики пуско-наладочных работ на устройствах гашения гидравлических ударов на канализационных насосных станциях с учетом специфики их работы [14, 15], которая предусматривает выполнение работ в четыре этапа:

1) измеряем величину гидравлического удара в напорном трубопроводе канализационной насосной станции при варьировании времени пуска (остановки) насосного агрегата при различных гидравлических режимах. При этом в режиме реального времени с заданной дискретностью производится определение величины гидравлического удара $P_{гидр.}$, динамического напора, развиваемого насосным агрегатом H и времени пуска (остановки) насоса t .

2) применяя данные, полученные на первом этапе, определяем зависимости вида $P_{гидр.} = f(H, t)$, описывающей величину гидравлического удара $P_{гидр.}$ от двух аргументов: продолжительности пуска (остановки) насосного агрегата t и развиваемого параметра канализационной насосной станции – напора H .

3) применяя стандартные методы [6], производим оценку истинного значения величины гидравлического удара $P_{гидр.}$.

4) определяем оптимальное время пуска (остановки) насосного агрегата по графическому изображению полученной зависимости.

В качестве примера демонстрируем особенности применения методики пуско-наладочных работ при остановке насосных агрегатов на одной из канализационных насосных станций г. Санкт-Петербурга – КНС № 7.

На первом этапе проведено инструментальное исследование фактических гидравлических режимов работы насосных агрегатов, рассматриваемой канализационной насосной станции [13, 16].

Экспериментальные исследования на канализационной насосной станции планировалась как многомерный полный факторный эксперимент типа 2^k , где k – количество факторов ($k=2$) [7].

При этом в режиме реального времени с заданной дискретностью производится определение величины гидравлического удара $P_{гидр.}$, динамического напора, развиваемого насосным агрегатом H и времени остановки насоса t .

Инструментальное исследование [8] проводилось в следующем порядке:

установка высокочастотных пьезорезисторных датчиков давления на напорном трубопроводе канализационной насосной станции [17];

монтаж слаботочной соединительной линии между высокочастотными пьезорезисторными датчиками давления и регистратором данных;

соединение регистратора данных с автоматическим рабочим местом с установленным на нем программным обеспечением для архивирования и обработки полученных данных;

запуск программного обеспечения и проверка работоспособности измерительного комплекса;

остановка насосного агрегата при трёх гидравлических режимах с варьированием времени пуска от 0 до 30 сек. (выполнить не менее 3 остановок при различных гидравлических режимах с варьированием времени 0, 15, 30 сек.) (см. рис. 1);

запись (наблюдение за адекватностью экспериментальных данных в случае отклонения

повторить опыт) и архивирование экспериментальных данных.

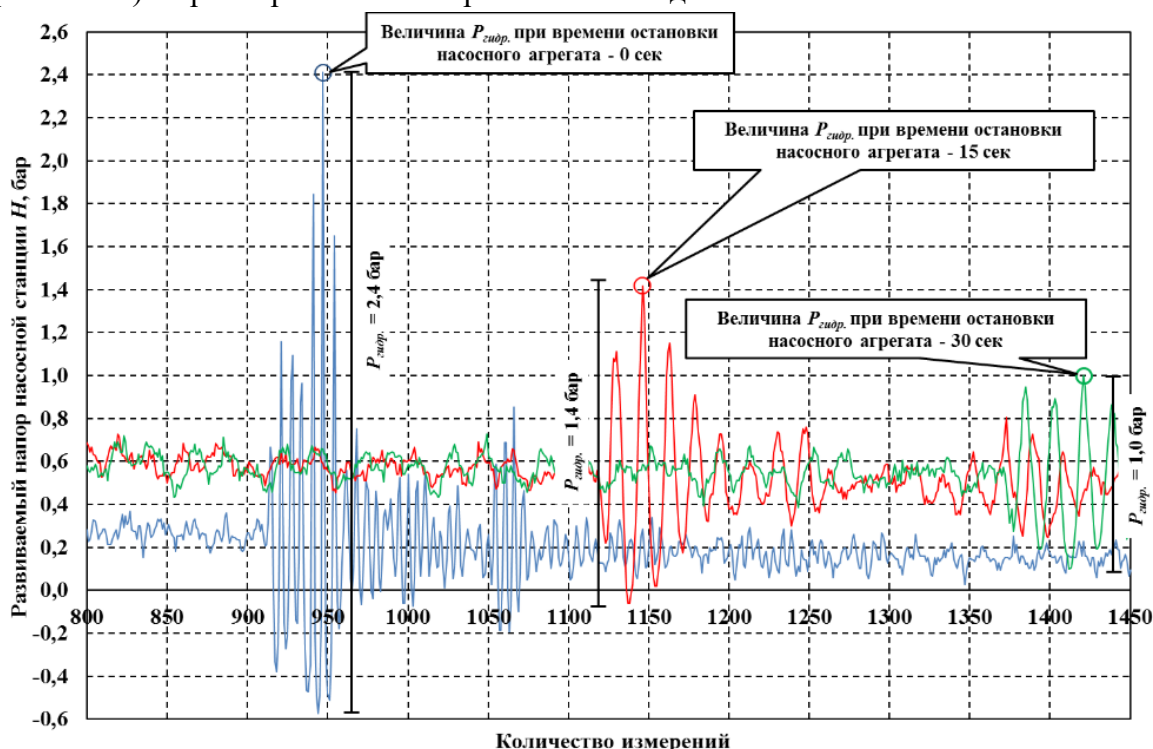


Рис. 1. Изменение развиваемого напора насосного агрегата в зависимости от времени его остановки

В рамках исследования по определению величины гидравлического удара в зависимости от динамического напора, развиваемого насосным агрегатом H и времени остановки насоса t было проведено 9 серий опытов.

Диапазон динамического напора, развиваемого насосным агрегатом H регулировался степенью закрытия задвижки, расположенной на напорном трубопроводе (измерения проводились в трех различных состояниях: открыто – 0 %, закрыто на 50 %, закрыто на 90 %), диапазон времени остановки насоса t – 15 сек.

Результаты, полученные в ходе проведения экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты, полученные в ходе проведения двухфакторного эксперимента по исследованию величины гидравлического удара на КНС № 7 (фрагмент)

№ серии опытов	Время остановки насоса t , сек	Динамический напор, развиваемый насосом H , м	Величина гидравлического удара $P_{гидр.}$, м
1	0	18,26	31,22
	0	17,83	30,60
	0	17,83	30,60
4	15	18,60	36,60
	15	18,45	31,42
	15	18,45	31,42
9	30	20,09	34,95
	30	20,10	33,68
	30	20,10	33,68

На втором этапе с применением экспериментальных данных определяется зависимость вида $P_{гидр.} = f(H, t)$, описывающая величину гидравлического удара $P_{гидр.}$ от двух аргументов: продолжительности остановки насосного агрегата t и развиваемого параметра канализационной насосной станции – напора H .

Зависимость изменения величины гидравлического удара $P_{гидр.} = f(H, t)$ от

продолжительности пуска или остановки насосного агрегата t и развиваемого параметра канализационной насосной станции – напора H запишем в виде полинома второго порядка

$$P_{\text{гидр.}} = A_0 + A_1 t + A_2 H + A_3 tH + A_4 t^2 + A_5 H^2,$$

где A_0 – свободный член, равный отклику системы на начальной стадии эксперимента $t = H = 0$; A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 – коэффициенты регрессии, показывающие степень влияния соответствующих факторов и их совместное взаимодействие на выход процесса.

Для нахождения $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ решаем систему линейных уравнений

$$\begin{cases} P_{\text{гидр.}} = A_0 + A_1 t + A_2 H + A_3 tH + A_4 t^2 + A_5 H^2, \\ HP_{\text{гидр.}} = A_0 H + A_1 Ht + A_2 H^2 + A_3 tH^2 + A_4 Ht^2 + A_5 H^3, \\ tP_{\text{гидр.}} = A_0 t + A_1 t^2 + A_2 Ht + A_3 t^2 H + A_4 t^3 + A_5 tH^2, \\ HtP_{\text{гидр.}} = A_0 Ht + A_1 Ht^2 + A_2 H^2 t + A_3 t^2 H^2 + A_4 Ht^3 + A_5 H^3 t, \\ H^2 P_{\text{гидр.}} = A_0 H^2 + A_1 H^2 t + A_2 H^3 + A_3 tH^3 + A_4 H^2 t^2 + A_5 H^4, \\ t^2 P_{\text{гидр.}} = A_0 t^2 + A_1 t^3 + A_2 Ht^3 + A_3 t^3 H + A_4 t^4 + A_5 H^2 t^2. \end{cases} \quad (1)$$

Представим данную систему уравнения в матричной форме $A \cdot X = B$.

Основная матрица A такой системы квадратная. Определитель этой матрицы

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & t & H & tH & t^2 & H^2 \\ H & Ht & H^2 & tH^2 & Ht^2 & H^3 \\ t & t^2 & Ht & t^2 H & t^3 & tH^2 \\ Ht & Ht^2 & H^2 t & t^2 H^2 & Ht^3 & H^3 t \\ H^2 & tH^2 & H^3 & tH^3 & t^2 H^2 & H^4 \\ t^2 & t^3 & Ht^2 & t^3 H & t^4 & H^2 t^2 \end{vmatrix}.$$

Так как определитель системы отличен от 0, система является невырожденной. Для решения системы (1) применим формулы Крамера [9]

$$A_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; A_1 = \frac{\Delta_2}{\Delta}; A_2 = \frac{\Delta_3}{\Delta}; A_3 = \frac{\Delta_4}{\Delta}; A_4 = \frac{\Delta_5}{\Delta}; A_5 = \frac{\Delta_6}{\Delta}.$$

Определитель Δ_1 получается из определителя Δ путем замены первого столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} P_{\text{гидр.}} & t & H & tH & t^2 & H^2 \\ HP_{\text{гидр.}} & Ht & H^2 & tH^2 & Ht^2 & H^3 \\ tP_{\text{гидр.}} & t^2 & Ht & t^2 H & t^3 & tH^2 \\ HtP_{\text{гидр.}} & Ht^2 & H^2 t & t^2 H^2 & Ht^3 & H^3 t \\ H^2 P_{\text{гидр.}} & tH^2 & H^3 & tH^3 & t^2 H^2 & H^4 \\ t^2 P_{\text{гидр.}} & t^3 & Ht^2 & t^3 H & t^4 & H^2 t^2 \end{vmatrix}.$$

Аналогично находятся $\Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5, \Delta_6$.

Далее находим значения коэффициентов регрессии:

$$A_0 = 54,05; A_1 = -3,6; A_2 = 7,51 \cdot 10^{-6}; A_3 = -6,65 \cdot 10^{-3}; A_4 = 0,13; A_5 = 3,27 \cdot 10^{-3}.$$

В общем виде зависимость $P_{\text{гидр.}}$ от t и H при остановке насосного агрегата может быть представлена в виде:

$$P_{\text{гидр.}} = 54,05 - 3,6t + 7,51 \cdot 10^{-6} H - 0,00665tH + 0,13t^2 + 0,00327H^2.$$

При подстановке в уравнение, полученных коэффициентов, а также значений времени остановки насоса t и развиваемого напора насосной станции H , образуется массив данных. По данным массива данных может быть построена трехмерная поверхность (см. рис. 2).

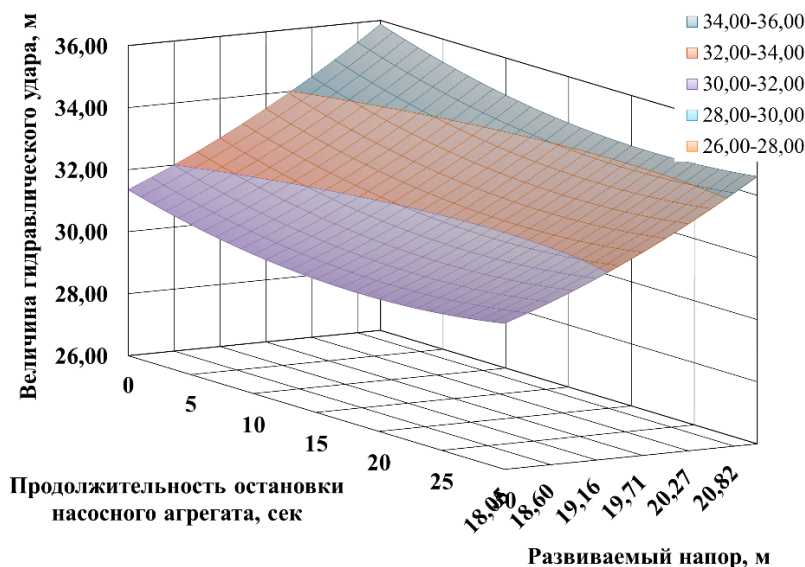


Рис. 2. Значение гидравлического удара при остановке насоса в зависимости от величины напора, развиваемого насосной станцией

Из графика, изображенного на рис. 2 видно, что время остановки насоса оказывает значительное влияние на изменение величины гидравлического удара.

Через некоторое время после отключения насоса направление движения воды в трубопроводе под действием силы тяжести изменится, причем не одновременно по всей длине трубопровода.

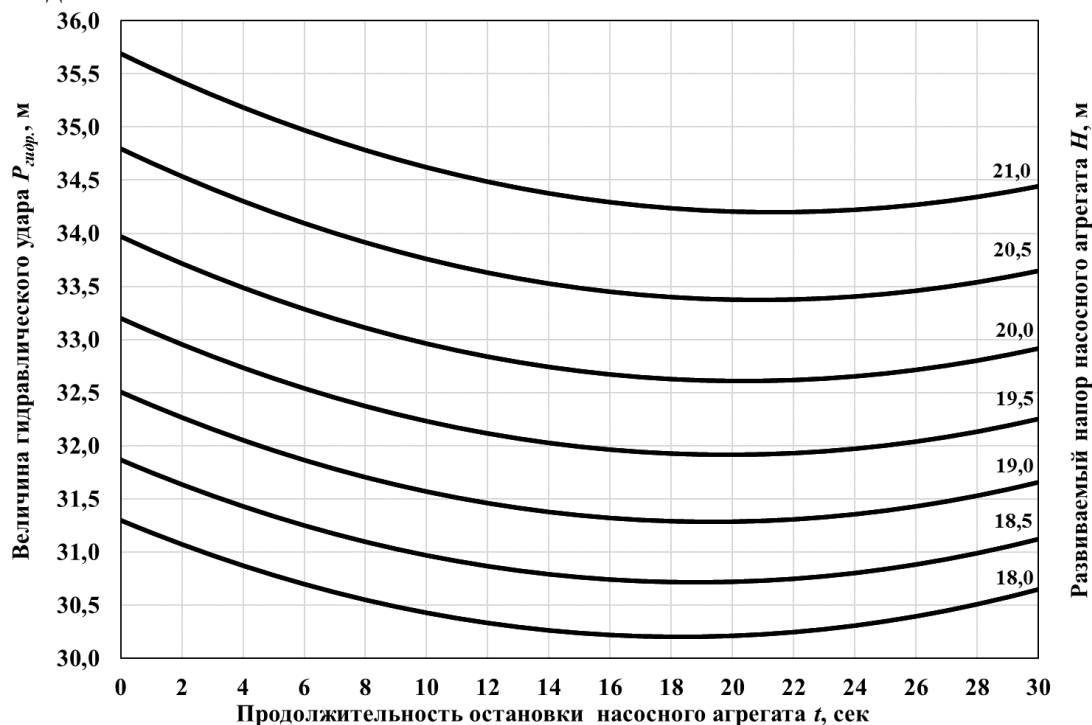


Рис. 3. Зависимость величины гидравлического удара при остановке насоса в зависимости от величины напора, развиваемого насосной станцией

Далее строим графики значений величины гидравлического удара $P_{гидр.}$ при различных значениях времени остановки насоса t и развиваемого напора насосной станции H (см. рис. 3).

На третьем этапе, применяя стандартные методы производим оценку значения величины гидравлического удара $P_{гидр.}$

Проверку достоверности проводим посредством сопоставления экспериментальных и расчетных данных. В частности, производим доверительную оценку средней квадратичной ошибки (см. рис. 4) при различной величине, развиваемого напора насосной станции.

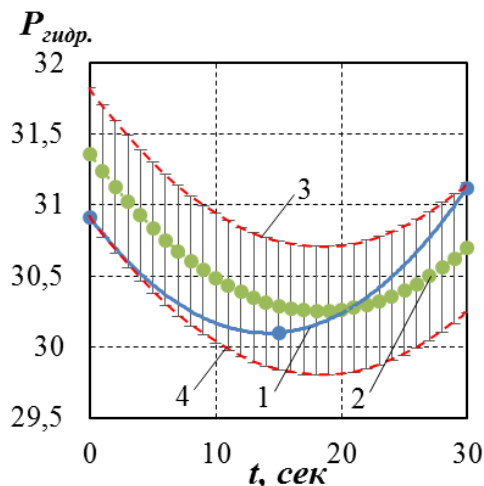
Так как средняя квадратичная ошибка неизвестна, то используем эмпирический стандарт

для доверительной оценки

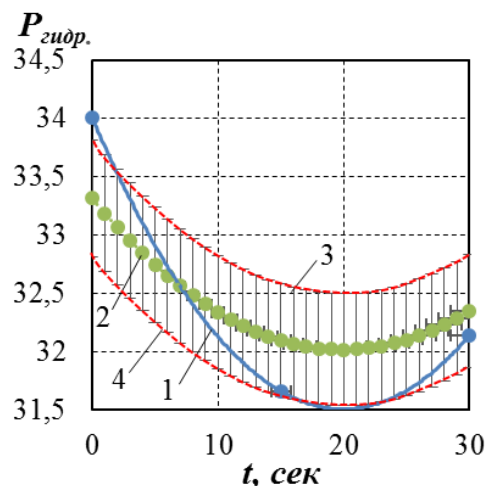
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

где $\bar{x}$ – среднее арифметическое значений результатов измерений (величина гидравлического удара) ($\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$).

а)



б)



в)

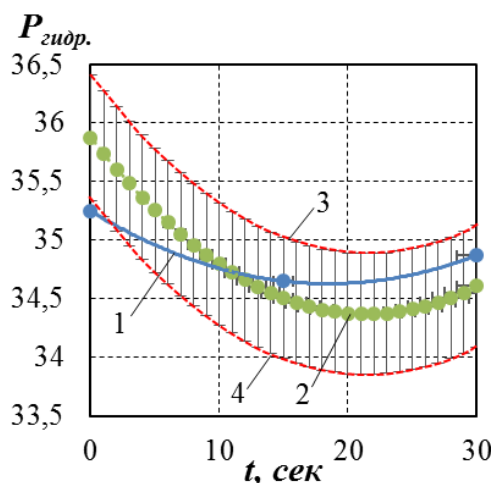


Рис. 4. Доверительная оценка значения гидравлического удара при остановке насоса в зависимости от величины напора, развиваемого насосной станцией: а) задвижка открыта; б) задвижка закрыта на 50 %; в) задвижка закрыта на 90 %; 1 – фактические данные; 2 – предсказанное значение; 3 – верхняя граница доверительного интервала при $\delta = 0,98$; 4 – нижняя граница доверительного интервала при $\delta = 0,98$

При этом доверительная оценка принимает вид

$$|a - \bar{x}| < \varepsilon \text{ или } \bar{x} - \varepsilon < a < \bar{x} + \varepsilon,$$

где ε – величина доверительного интервала, определяемой по заданной доверительной вероятности $\delta = 0,98$.

$$\varepsilon = t(\delta; k) \frac{s}{\sqrt{k}}; k = n - 1$$

где множитель $t(\delta; k)$ зависит не только от доверительной вероятности δ , но и от числа измерений n ($k = n - 1$).

Значение множителя $t(\delta; k)$ найдем с помощью распределения Стьюдента, зависящее от параметра k (число степеней свободы).

На четвертом этапе определяем оптимальный интервал времени остановки насосного агрегата по графическому изображению, полученной зависимости $P_{гидр.}$.

В качестве примера найдем оптимальное времени остановки насосного агрегата устройством плавного пуска, при котором величина гидравлического удара будет наименьшей. Из рис. 5 видно, что наименьшее значение величины гидравлического удара $P_{гидр.}^{\min} = 30,47 \text{ М}$ при

развиваемом насосным агрегатом значением напора $H = 18,25\text{ м}$ достигается установленным интервалом времени остановки насосного агрегата устройством плавного пуска $t = 18\text{ сек}$.

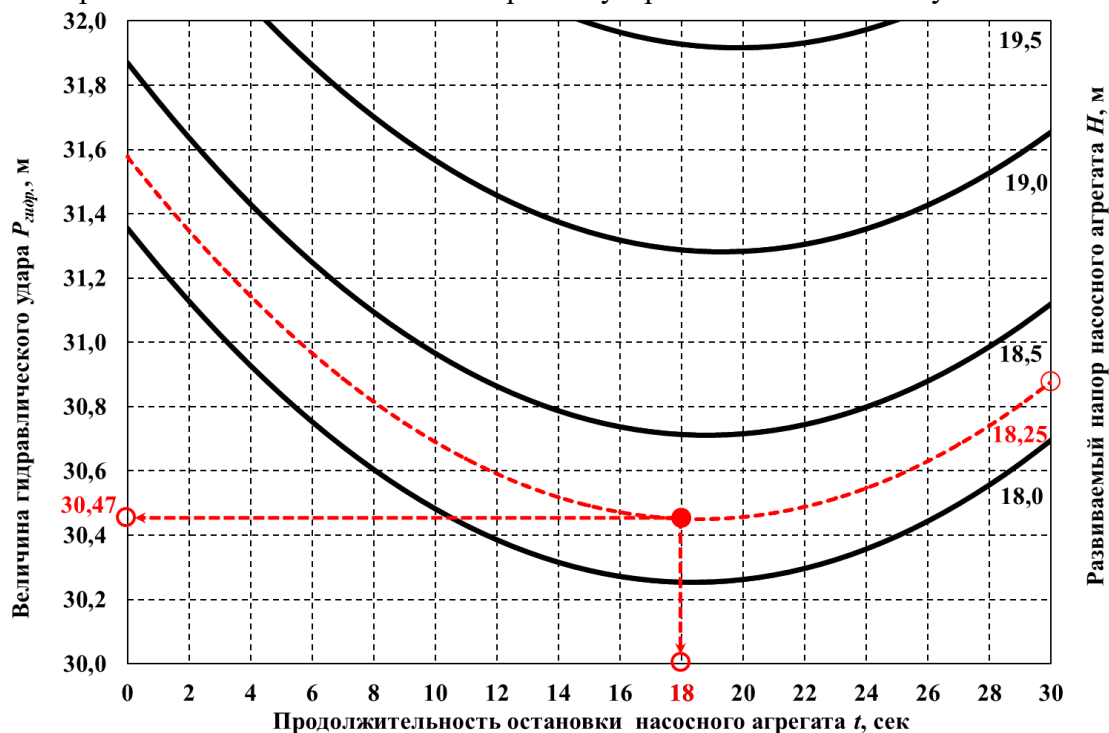


Рис. 5. Определение оптимального интервала времени выключения насосного агрегата по графическому изображению полученной зависимости

Таким образом, разработана методика пуско-наладочных работ устройств гашения гидравлических ударов на канализационных насосных станциях с учетом специфики их работы, отличительным признаком которой является использование зависимости, описывающей величину гидравлического удара $P_{гидр.}$ от двух аргументов: продолжительности пуска (остановки) насосного агрегата t и развиваемого параметра канализационной насосной станции – напора H . Применение данной методики позволяет найти оптимальную продолжительность пуска (остановки) насосного агрегата t при заданной величине развиваемого напора H и снизить величину избыточного давления, возникающего при гидравлическом ударе в трубопроводах канализационных насосных станций.

На этапе апробации, разработанной методики, получена зависимость для $P_{гидр.}$, представленная в виде графиков на рис. 3, позволяющая в случае отсутствия возможности проведения экспериментального исследования, прогнозировать (определять) оптимальное время остановки насосного агрегата на канализационных насосных станциях с различной величиной развиваемого напора, тем самым уменьшив величину воздействия гидравлического удара на систему канализационной насосной станции в целом.

Список литературы:

1. СП 32.13330.2018 «Актуализированная редакции СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».
2. СП 31.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-85* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».
3. Житенев А.И., Курганов Ю.А., Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Винокуров П.В. Результаты экспериментальных исследований гидравлических ударов, возникающих при работе канализационных насосных станций // Водоснабжение и санитарная техника. - 2019. №11. С. 55-59.
4. Саркисов С.В., Гринев А.П., Винокуров П.В. Исследования гидроудара в напорных трубопроводах на объектах МО РФ // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. - 2018. № 3 (9). С. 204-212.

5. Саркисов С.В., Гринев А.П., Винокуров П.В. Исследование работы насосов при перекачке сточных вод на объектах военной инфраструктуры // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. - 2018. № 1 (7). С. 289-301.
6. Румшинский, Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: справочное руководство / Л.З. Румшинский. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
7. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие / Н.И. Сидняев. М.: – Издательство Юрайт, 2011. – 399 с.
8. Устройство для исследования гидравлических ударов на насосной станции: пат. 2708276 Рос. Федерация: МПК F16L55/045 (2019.08), F15B19/00 (2019.08), F04B51/00 (2019.08)/ П.В. Винокуров, В.С. Игнатчик, В.Б. Коновалов, И.М. Руднев, А.А. Сорокин, Г.А. Ершов, С.В. Саркисов (РФ). – № 2018140808; заявл. 15.10.2018; опубл. 05.12.2019, Бюл. №34. – 10 с.
9. Измеритель гидравлических ударов: пат. 187009 Рос. Федерация: МПК F15B19/00 (2018.08) / П.В. Винокуров, В.С. Игнатчик, А.А. Сорокин, Г.А. Ершов, С.В. Саркисов, А.А. Самсонов (РФ). – № 2018140813; заявл. 19.11.2018; опубл. 13.02.2019, Бюл. №5. – 8 с.
10. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. 1 часть. / Д.Т. Письменный – М.: Айрис-пресс, 2002. – 288 с.
11. Саркисов С.В. Насосы и воздухоподъемные станции: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2017.
12. Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н.В., Сенюкович М.А. Результаты оценки эффективности механизмов устранения затоплений территорий поверхностными сточными водами // Военный инженер, СПб, 2020. - № 2 (16). -с. 13-19.
13. Саркисов С.В., Гринев А.П., Винокуров П.В., Ефремов С.П. Исследование притока сточных вод на канализационных насосных станциях объектов Минобороны России // Наука и военная безопасность. -2019. -№2(17). -С. 95-102.
14. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Винокуров П.В., Гринев А.П. Математическая модель оценки величины гидравлического удара в напорных трубопроводах канализационных насосных станций // Военный инженер, СПб, 2020. - № 4 (18). -с. 40-48.
15. Саркисов С.В., Гринев А.П., Винокуров П.В. Методика определения графиков поступления сточных вод на насосные станции объектов военной инфраструктуры // Материалы НПК «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях». СПб.: ВАС, 2019. - с. 116-120.
16. Саркисов С.В., Гринев А.П., Литвинова Н.Б. Практическое применение методики определения колебания расхода сточных вод при эксплуатации насосных станций западного военного округа // III Всерос. научно-техн. конф. «Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения». СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2019. - с. 227-233.
17. Саркисов С.В., Корпусов А.Н., Макачук Г.В. Устройство для исследования гидравлических ударов на насосной станции // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2019. №4. С. 48-52.

Алгоритм расчёта и анализа фурье-спектра углового ускорения коленчатого вала**Algorithm of calculation and the analysis of the fure-spectrum of angular acceleration of the cranked shaft**

Аннотация. В статье изложен алгоритм расчета и анализа Фурье-спектра углового ускорения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания с помощью программ «USB Oscilloscop», «Расчёт ускорений», *Microsoft Excel*.

Abstract. In article the algorithm of calculation and the analysis of the Fure-spectrum of angular acceleration of a cranked shaft of an internal combustion engine by means of programs «USB Oscilloscop», «Calculation of accelerations», *Microsoft Excel* is stated.

Ключевые слова: диагностирование, двигатель, ускорение, анализ.

Keywords is stated: diagnosing, the engine, acceleration, the analysis.

Большое количество современных диагностических средств не всегда обеспечивают желаемого результата при техническом диагностировании ДВС с комплексной системой управления двигателем (КСУД). Часто для определения истинной причины сбоя нормальной работы двигателя затрачивают достаточно большое количество времени работы по поиску неисправностей. ДВС с КСУД имеют объёмную структуру устройства, но при умелом подходе для его диагностирования существует возможность использования элементов этой сложной системы. Известно, что ускорение коленчатого вала является косвенным показателем эффективной мощности двигателя, и для контроля этого параметра в ДВС с КСУД успешно используют сигнал датчика положения коленчатого вала (ДПКВ).

Для выполнения диагностирования ДВС нужная информация снимается с разъема ДПКВ с использованием *USB*-осциллографа. Для этого требуется синхронизация, которая выполняется по сигналу датчика положения распределительного вала. Сигналы этих датчиков изображены на рисунке 1.

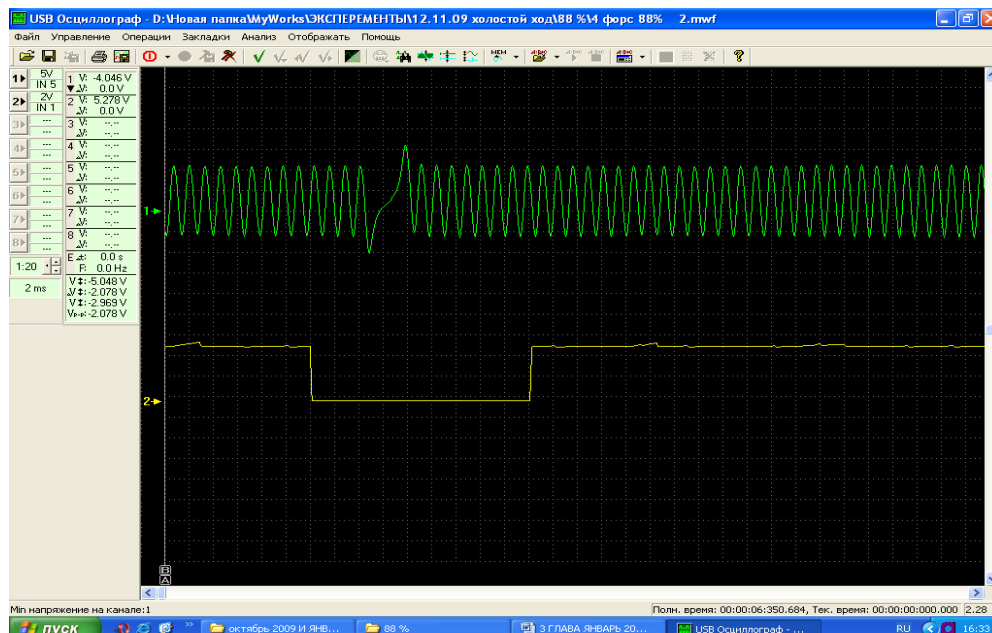


Рис. 1 – Осциллограммы сигналов датчиков 1 – ДПКВ и 2 – ДПРВ в рабочем окне программы «USB Oscilloscop»

Далее эти данные, в виде выборки мгновенных значений сигнала ДПКВ экспортируются в текстовый формат с использованием встроенного скрипта программы «USB Oscilloscop».

В ходе обработки данных, специализированное программное обеспечение «Анализатор ускорения» на основе данных выборки рассчитывает ускорение коленчатого вала двигателя. Порядок выполнения расчёта подробно изложен в [1-6].

Программа «Анализатор ускорения» обрабатывает импортированные данные, и рассчитывает ускорения, график которого изображен на рисунке 2.

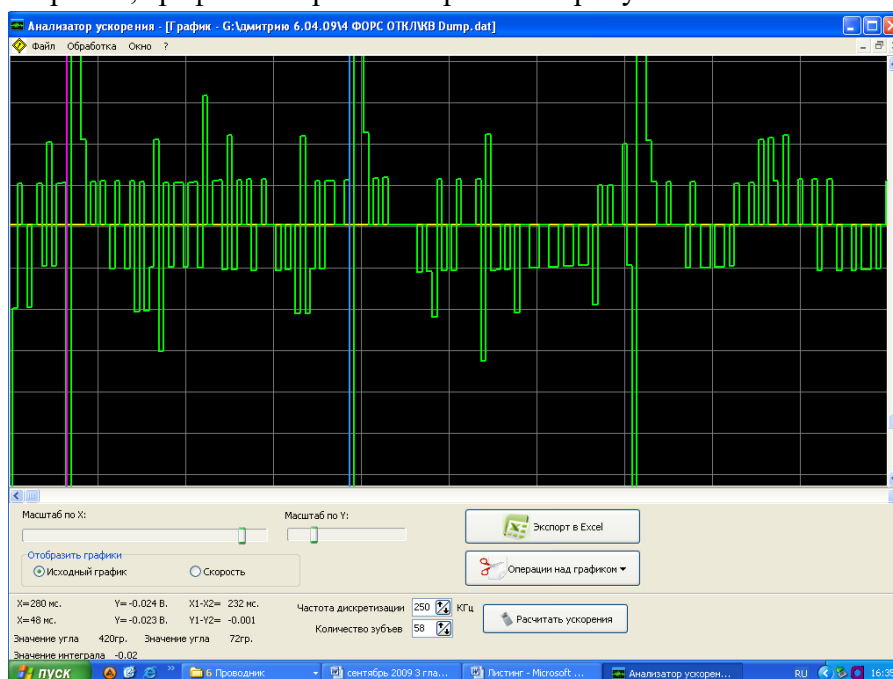


Рис. 2 – Осциллограммы ускорения коленчатого вала в рабочем окне программы «Расчёт ускорений»

Для дальнейшей обработки полученного результата, данные с помощью встроенной функции «Экспорт в Excel» экспортируются в *Microsoft Excel*. Кроме перечисленных функций программа «Расчёт ускорений» позволяет:

- автоматически распознавать частоту дискретности (ν) аналогово-цифрового преобразователя (USB-осциллографа) при расчетах и построениях графиков;
- обрабатывать сигнал ДПКВ как индуктивного типа, так и с датчика Холла;
- задавать требуемое значение количества зубьев на зубчатом диске коленчатого вала;
- выполнять построение графика угловой скорости вращения коленчатого вала;
- использовать при анализе построенных графиков 2 маркера, центральные координаты по осям которых в автоматическом режиме вводятся на рабочее окно программы, а так же координаты маркеров в пересчете на угловое положение угла поворота коленчатого вала (управление маркерами осуществляется мышью компьютера и соответственно левой и правой кнопками);
- рассчитывать и выводить на рабочее окно программы разницу между координатами по оси времени (ось X), и по оси значения амплитуды рассчитанного параметра (ось Y);
- рассчитывать и выводить на рабочее окно программы значение интеграла между маркерами;
- «склеивать» выбранные оператором для проведения анализа участки сигнала ДПКВ ДВС;
- выполнять такие операции над графиком, как удаление выбранных участков графика до маркера, после маркера, между маркерами по горизонтали и по вертикали;
- по меткам ДПКВ и по выбору оператором начала сигнала ДПКВ определять участки рабочих тактов цилиндров.

Исходя из изложенного программа «Анализатор ускорения» позволяет выполнять широкий спектр работ при анализе эксплуатационной характеристики исследуемого двигателя, такой как динамическая скоростная характеристика.

После экспорта в приложении *Microsoft Excel* выполняется усреднение углового ускорения между несколькими циклами двигателя с привязкой по углу поворота коленчатого вала. В связи с тем, что в составе угловой скорости коленчатого вала согласно диаграмме, представленной на рисунке 3, имеет место высокочастотная составляющая (относительно сигнала), которая согласно диаграмме, изображенной на рисунке 4, вносит значительные искажения на оценку мощностных характеристик двигателя.

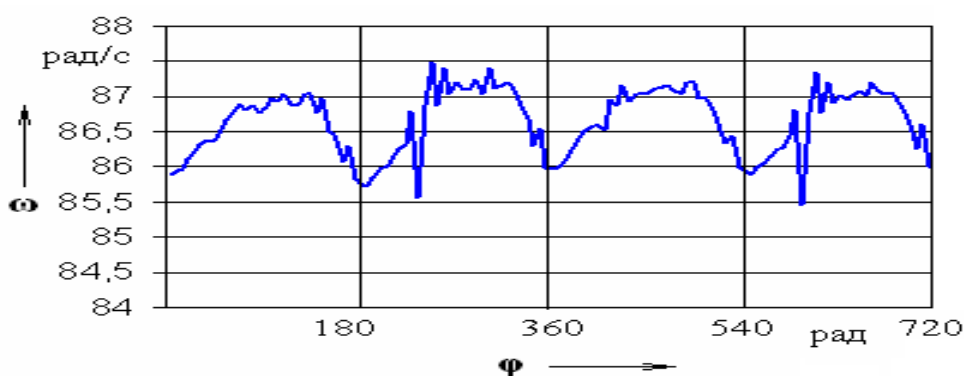


Рис. 3 – Диаграмма угловой скорости коленчатого вала двигателя до фильтрации

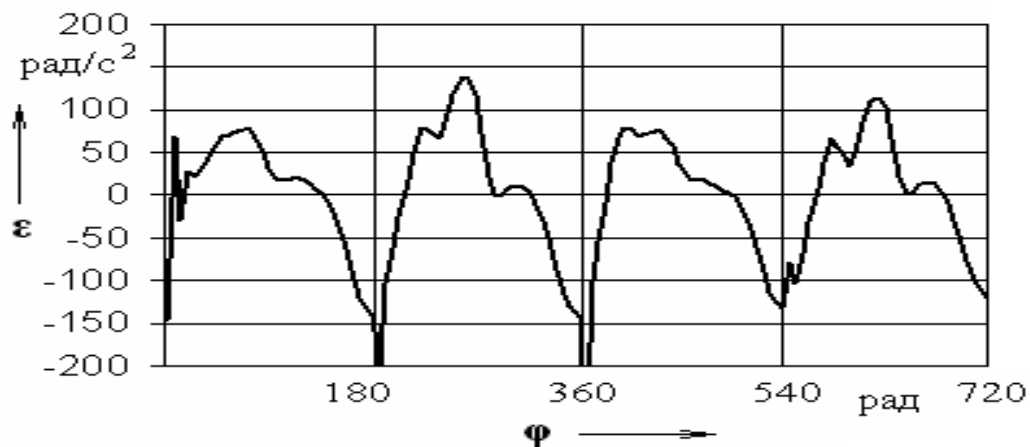


Рис. 4 – Диаграмма ускорения вращения коленчатого вала двигателя до фильтрации

Для устранения этой погрешности предлагается спектральная фильтрация угловой скорости, при которой не учитываются значения угловой скорости, имеющие разброс из-за хаотичных всплесков сигнала или детонации топлива. Для выполнения спектральной фильтрации в среде *MathCad* осуществляется быстрое (256-точечное) преобразование Фурье, и, затем, исключаются гармоники, осуществляющие искажение достоверности диагностических параметров. Результат фильтрации показан на диаграммах, изображенных на рисунке 5.

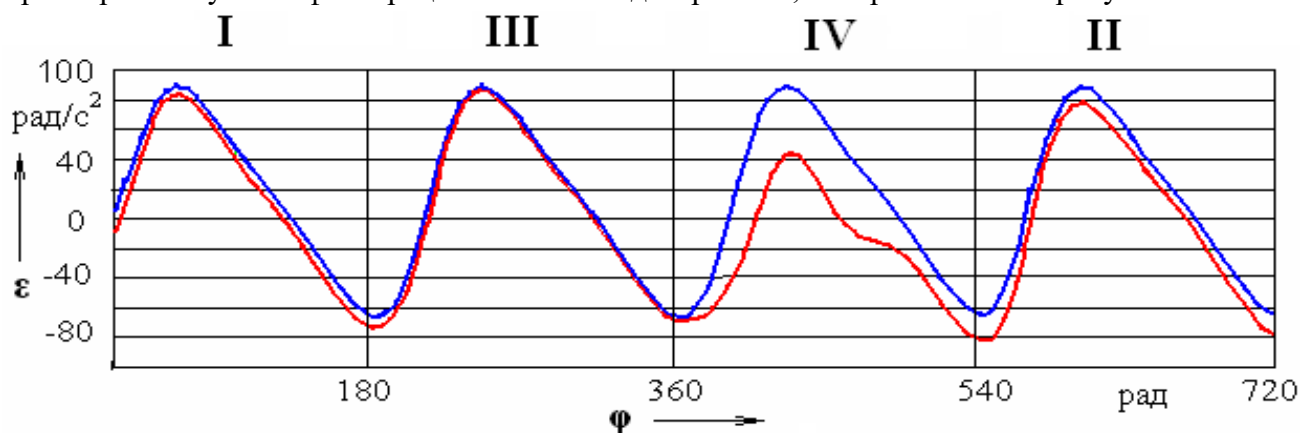
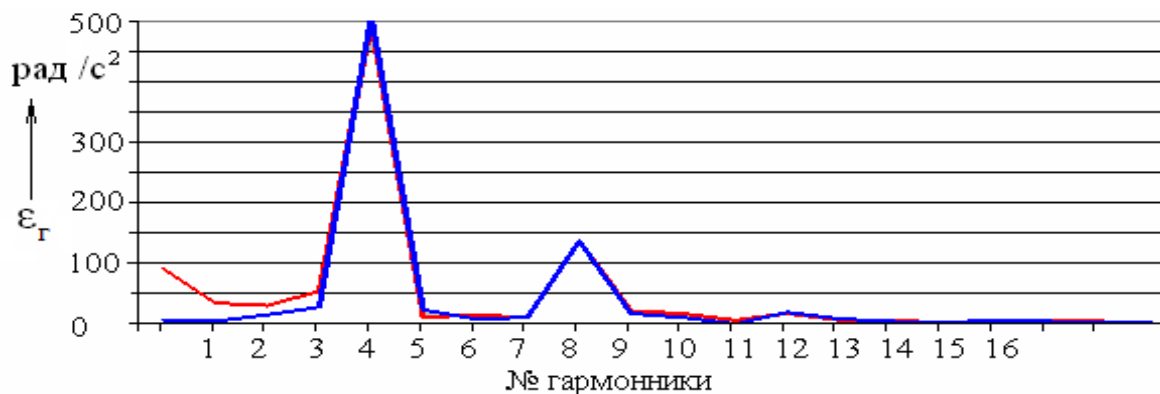


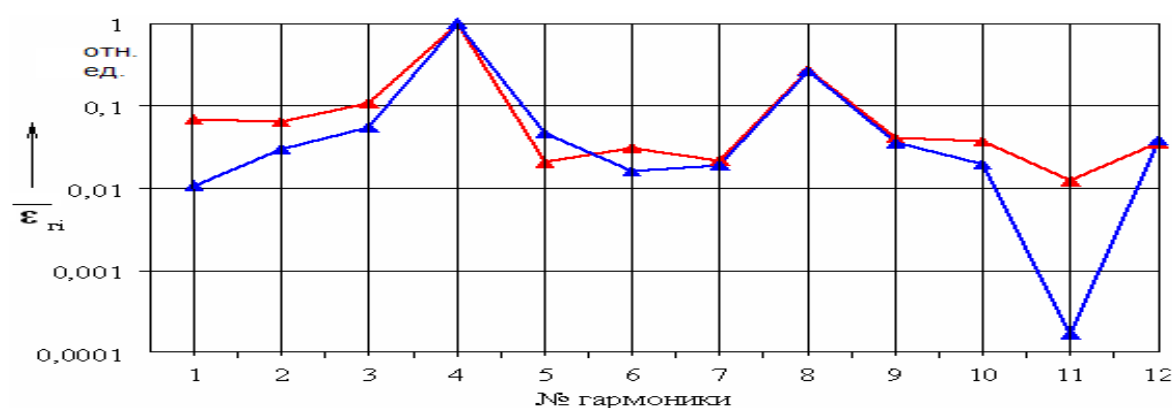
Рис. 5 – Диаграмма ускорения вращения коленчатого вала двигателя после фильтрации с цикловой подачей в 4-ом цилиндре — — 96% от нормы, — — 100%

Затем, в соответствии с полученными результатами, представленными на рисунке 6, а, строили спектральную характеристику, но для приведения сигналов углового ускорения коленчатого вала двигателей, имеющих различные неисправности, к единому уровню, и получения возможности дальнейших сопоставлений и сравнений характеристик этих сигналов, в соответствии с данными представленными на рисунке 6, б, - находили постоянную составляющую соответствующего сигнала и вычитали её из этого сигнала, а полученный спектральный состав при этом делится на его максимальное значение.



где f – частота вращения коленчатого вала, Гц
 — цикловая подача 100% во всех цилиндрах
 — цикловая подача в неисправном цилиндре 96%

а



— цикловая подача во всех цилиндрах 100%
 — цикловая подача в неисправном цилиндре 96%

б

Рисунок 6 – Спектральная характеристика ускорения с цикловой подачей в 4-ом цилиндре — - 96% от нормы, — - 100%

Таким образом, разработано программное обеспечение для спектрального анализа углового ускорения коленчатого вала, которое учитывает частоту дискретности АЦП, выполняет фильтрацию случайных всплесков сигнала ДПКВ и вызванных детонацией топлива, а так же выполняет расчёт усреднённых значений угловых скорости и ускорений между несколькими кинематическими циклами работы ДВС.

Для получения возможности анализа исследуемого параметра выполняется построение спектральной характеристики исследуемого сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье в среде *MathCad*.

Список литературы:

1. Программа для расчёта и анализа углового ускорения коленчатого вала ДВС [Текст] / В. Н. Жеглов // Электроника : межвузов. сб. науч. трудов. / Федеральное агентство по образованию, Рязанск. гос. радиотехнический ун-т – Рязань, 2009. – с. 43-48.
2. Жеглов, В. Н. Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания с распределённым впрыскиванием топлива [Текст] / В. Н. Жеглов, Н. П. Шевченко, А.

Н. Патрин // III тысячелетие-новый мир : труды междунар форума по проблемам науки, техники и образования / Академия наук о земле. – М. : 2008. – с. 135-137.

3. Жеглов, В. Н. Методика определения неравномерности работы цилиндров ДВС и их технического состояния [Текст] / В. Н. Жеглов, Н. П. Шевченко, Е. А. Воротынцев, О. А. Минин // Инновации в авиационных комплексах и системах военного назначения. Средства аэродромно-технического обеспечения полётов (часть 2) : сб. науч. Статей по мат. Всероссийской научно-практической конференции / ВАИУ – Воронеж, 2009. – с. 188-193.

4. Жеглов, В. Н. Устройство для осуществления методики определения неравномерности работы цилиндров ДВС и их технического состояния [Текст] / В. Н. Жеглов, Н. П. Шевченко, Е. А. Воротынцев, О. А. Минин // Инновации в авиационных комплексах и системах военного назначения. Средства аэродромно-технического обеспечения полётов (часть 2) : сб. науч. Статей по мат. Всероссийской научно-практической конференции / ВАИУ – Воронеж, 2009. – с. 193-196.

5. Жеглов, В. Н. Мониторинг технического состояния топливных форсунок двигателей внутреннего сгорания [Текст] / В. Н. Жеглов // Новые технологии производства и управления в промышленности и образовании сб. науч. трудов / МАДИ (ГТУ) – М.: 2009. – с. 88-94.

6. Жеглов, В. Н. Диагностирование систем управления двигателем без его пуска [Текст] / В. Н. Жеглов, Н. П. Шевченко, В. В. Нечаев, Ю. Н. Меркушов // Ежемес. науч. техн. журн. / учредитель «Автомобильная промышленность», № 1 (2010). – М.: Машиностроение. – 2010. – 34-36 с.

Особенности противодымной вентиляции защитных сооружений

Features of anti-smoke ventilation of protective structures

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа современного состояния нормативных документов в области противодымной вентиляции защитных сооружений гражданской обороны и предложения, позволяющие обеспечить удаление дыма.

Abstract. The article presents the results of the analysis of the current state of regulatory documents in the field of anti-smoke ventilation of protective structures of civil defense and proposals to ensure the removal of smoke.

Ключевые слова: системы противодымной вентиляции, дымоудаление, очистка воздуха от продуктов горения.

Keywords: anti-smoke ventilation system, smoke removal, cleaning of air from fire products.

С каждым годом в Российской Федерации уменьшается количество пожаров в зданиях и сооружениях различного назначения, примерно на 2,5 тысячи, но при этом их общее количество остается более 100 тысяч в год. Согласно статистическим данным, ежедневно происходит около тысячи пожаров, на которых погибает более 30 человек и если эти цифры выразить в годовом отношении, то получается, что каждый год население нашей страны уменьшается от пожаров более чем 5 тысяч человек [1].

Одним из ключевых факторов гибели людей при пожаре, являются продукты горения. Так причиной более 60 % летальных исходов, служит отравление оксидом углерода и другими токсическими веществами [2]. В этой связи, защита людей от продуктов горения при пожарах является, актуальной задачей.

Ее актуальность характеризуется не только для жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений но и для защитных сооружений гражданской обороны (далее – ЗСГО), основным предназначением которых, является защита людей в военное время и при чрезвычайных ситуациях мирного времени от косвенного действия ядерных и обычных средств поражения [3]. В условиях реального применения СЗГО, высока вероятность возникновения в них пожара, что вызывает необходимость наличия в этих сооружениях систем противодымной защиты, основное предназначение которых — это обеспечение предотвращения или ограничения распространения продуктов горения [4]

Но при этом, если для жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений сформированы требования по системам противодымной вентиляции достаточно в полном объеме [5], то ЗСГО требования касаются только частично. Так в СП 88.13330.2014 «Защитные сооружения гражданской обороны» [3] написано только два следующих пункта:

- 13.6. «При использовании в качестве убежищ складских и производственных помещений категорий по пожарной опасности В1-В4, подземных стоянок легковых автомобилей, складов

горючих материалов и негорючих материалов в горючей таре, следует предусматривать возможность удаления дыма при пожаре с помощью вытяжной системы вентиляции.

Объем удаляемого воздуха должен составлять не менее четырехкратного...

Одновременно с пуском вентилятора вытяжной системы вентиляции выключаются вентиляторы и закрываются герметические клапаны на приточных системах вентиляции;»

- 13.8. «Помещение машинного зала ДЭС, если в нем хранят топливно-смазочные материалы, и склады горюче-смазочных материалов при ДЭС должны быть оборудованы стационарными автоматическими установками пожаротушения.

Для дымоудаления из помещения ДЭС допускается применять вытяжной вентилятор ДЭС, изолированный от помещений, в которых находятся емкости с топливом и маслом»

Как видно из вышеизложенного, в основном нормативном документе по строительству и реконструкции ЗСГО [3] уделено внимание вопросам дымоудаления только для нескольких типов помещений, использующихся в качестве убежищ, и не рассматриваются в отличие от СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [5] вопросы:

- компенсации дымоудаления и создания подпора;
- обеспечение блокирования и ограничения распространения продуктов горения по путям возможной эвакуации людей, в том числе с целью создания необходимых условий пожарным подразделениям для выполнения работ по обнаружению и локализации очага пожара в здании;
- определение количества продуктов горения;
- обоснования расчетных расходов систем дымоудаления;
- конструктивных решений, касающихся расположения дымоприемных устройств;
- минимального и максимального времени работы систем противопожарной защиты;
- организация противодымной защиты в зависимости от режима функционирования сооружения.

При этом, в п. 13.5 [3] написано «В складских помещениях, приспособляемых под защитные сооружения вместимостью 600 чел. и более и используемых в качестве хранилищ горючих материалов и негорючих в горючей таре, следует предусматривать водяную систему пожаротушения. Допускается применять аэрозольное и газовое автоматическое пожаротушение, если это не создает угрозу жизни укрываемых людей.

В связи с этим, возникает ряд закономерных вопросов: «Как проводить эвакуацию людей в случае возникновения пожара и задымлении помещений и есть ли возможность проводить ее»; «Как обеспечить удаление продуктов горения после тушения пожара».

В настоящий момент СП 88.13330.2014 «Защитные сооружения гражданской обороны» [3] ответы на эти и другие вопросы не дает, и при этом в СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [5] четко регламентировано: «Настоящий свод правил не распространяется на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха защитных сооружений гражданской обороны».

Следовательно, возникает ряд пробелов в инженерных решениях противодымной защиты ЗСГО, которые должны отвечать общим положениям, сформулированным в Федеральном законе «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [6]:

Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы ... в случае возникновения пожара соблюдались следующие требования:

- ограничение образования и распространения опасных факторов пожара в пределах очага пожара;

- эвакуация людей (с учетом особенностей инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения) в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;

- возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение здания или сооружения.

Возможная конкретизация этих положений, по нашему мнению, может быть определена следующим составом требований к ЗСГО:

- необходимость установки систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, а также требования к составу, конструктивному исполнению, пожарно-техническим характеристикам, особенностям использования и последовательности включения элементов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, определяющиеся в зависимости от режима функционирования ЗСГО и объемно-планировочных решений;

- конструктивное исполнение и характеристики элементов противодымной защиты ЗСГО в зависимости от целей противодымной защиты должны обеспечивать исправную работу систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение всей продолжительности пожара;

- объемно-планировочные решения в совокупности с системой противодымной защиты должны обеспечивать предотвращение или ограничение распространения продуктов горения за пределы помещения и (или) пожарного отсека, секции для обеспечения безопасной эвакуации людей и доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения.

В следствии вышеизложенного, можно сделать вывод, что отсутствие для ЗСГО четких требований, предъявляемых к системам противодымной защиты и учитывающих режимы функционирования этих сооружений, регламенты работы их приточных и вытяжных систем противодымной вентиляции, требует в свете положений Федерального закона [6] их безотлагательной разработки, при чем в зависимости от режима их функционирования.

Выполненный нами в настоящее время анализ положений [3] позволяет выделить для ЗСГО три основных режима их функционирования:

I режим, когда нет радиационного или химического заражения местности;

II режим, когда произошло радиационное или химическое заражение местности;

III режим, когда происходят массовые пожары местности.

Если первый режим соответствует режиму работы жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, то второй и третий режимы несут в себе особенности.

Так во втором режиме при работе вытяжных систем противодымной вентиляции, обязательно необходима соответствующая компенсация расхода воздуха приточными системами, так как производительность систем дымоудаления, как правило значительно превышает производительность общеобменных систем вентиляции, следовательно может произойти разряжение и снижение подпора внутри сооружения, что приведет к затеканию средств массового поражения и даже при своевременном тушении пожара и удалении продуктов горения, функционирование сооружения будет не возможно.

В третьем режиме, сооружение переводится в режим изоляции с наружной средой. Забор наружного воздуха проблематичен, по причине большого количества токсичных веществ и применение систем дымоудаления практически невозможно и в случае возникновения пожара в сооружении, то его функционирование ограничивается или может быть вовсе невозможно.

Для устранения существующих «пробелов» в нормативных документах, можно рассмотреть применение нескольких вариантов технологических решений систем противодымной защиты:

1 вариант. Применение существующих систем общеобменной вентиляции, рассмотрев увеличение производительности их производительности и распределение воздушных потоков в зависимости от проводимых мероприятий по тушению пожара или эвакуации людей.

2 вариант. Устройство самостоятельных приточных и вытяжных систем противодымной защиты, обеспечивающих необходимый подпор в местах пребывания людей и эффективное удаление дыма в режимах I и II функционирования сооружения.

3 вариант. Применение устройств очистки воздуха от продуктов горения после пожара, позволяющих производить высокоэффективное охлаждение и очистку воздуха от продуктов горения в отдельных помещениях или группы помещений.

Для определения оптимального решения, рассмотрим каждый вариант более детально.

1 вариант. Для его реализации необходимо предусмотреть увеличение производительности общеобменных систем вентиляции, что приведет чрезмерному увеличению размеров воздуховодов и типоразмеру оборудования, повышению трудоемкости монтажа и эксплуатационным затратам. Позволит, но только частично, решить проблему дымоудаления.

2 вариант. На основании существующих систем дымоудаления жилых, общественных и производственных зданий и сооружений разработать самостоятельные системы дымоудаления. Это позволит эффективно удалять продукты горения как при тушении пожара, так и при эвакуации личного состава, т.к. этим системам будут определены четкие задачи и регламенты их работы. Однако их функционирование в III режиме не предусматривается.

3 вариант. Применение системы очистки воздуха от продуктов горения внутри сооружения. Позволит без ограничения функционирования сооружения очистить воздух от продуктов горения. Требуется разработки новых научно-технических решений по данному вопросу, т.к. существующие решения не позволяют 100 % очистить воздух от токсичных веществ, выделяющихся при пожаре.

Подводя итоги, наиболее рациональным и оптимальным, предлагается вариант создания систем противодымной защиты ЗСГО включающий в себя совместное применение трех предложенных вариантов. Так при функционировании сооружения в режимах I и II для части помещений в целях дымоудаления возможно применение механических приточно-вытяжных общеобменных систем вентиляции и отдельных приточно-вытяжных систем противодымной вентиляции. Для режима функционирования III необходимо рассмотреть разработку новых систем и оборудования очистки воздуха от продуктов горения, позволяющие без связи с наружной средой обеспечить эффективную защиту людей от опасных факторов пожара.

Список литературы:

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 3 месяца 2020 г. // Министерство чрезвычайных ситуаций Российской Федерации: офиц. сайт. – 2020. – URL: https://mchs.gov.ru/uploads/resource/2020-05-28/statisticheskie-dannye_1590663252152548234_2.pdf (дата обращения 07.07.2021). – Текст: электронный.

2. Сарманаев С.Х. Токсико-химическое поражение на пожаре / Сарманаев С.Х., Башарин В.А., Толкач П.Г., Шербашов К.А. // Биомедицинский журнал. Том 16. С. 434-442 – URL: <http://www.medline.ru/public/art/tom16/art41.html> (дата обращения 20.07.2021). - Текст: электронный.

3. СП 88.13330.2014. Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77 с изм. и доп. 16.12.2016 г.: свод правил: издание официальное: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февр. 2014 г. № 59/пр: дата введения 01.06.2014. – Москва. – URL: <https://base.garant.ru/77679274/> (дата обращения 20.07.2021). – Текст: электронный.

4. Российская Федерация. Правительство. порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны: постановление Правительства Российской Федерации 29 ноября 1999 г. № 1309 с изм. и доп. 18.07.2015 г., 20.10.2019 г. Москва. –URL: <https://base.garant.ru/181232/> (дата обращения 20.07.2021). – Текст: электронный.

5. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности: свод правил: издание официальное: утвержден приказом Министерства чрезвычайных ситуаций Российской Федерации от 21 февр. 2013 г. № 116: дата введения 25.02.2013. – Москва. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70233778/> (дата обращения 20.07.2021). – Текст: электронный.

6. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федеральный закон № 384-ФЗ с изм. и доп. на 02.07.2013: [принят Гос. Думой 23 дек. 2009 г.: одобрен Советом Федерации 25 дек. 2009 г]. Москва, – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения 20.07.2021). – Текст: электронный.

Оптимизация процесса нитри и денитрификации на канализационных очистных сооружениях Минобороны России

Optimization of the nitrifying and denitrification process at the sewage treatment plants of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Аннотация. Исследованы режимы удаления из сточных вод соединений азота, предложен способ эффективного обеспечения необходимых параметров очистки сточных вод.

Abstract. The modes of removal of nitrogen compounds from wastewater are studied, a method for effectively ensuring the necessary parameters of wastewater treatment is proposed

Ключевые слова: системы водоотведения, канализационные очистные сооружения, биологическая очистка сточных вод, нитрификация, денитрификация.

Key words: wastewater disposal systems, sewage treatment plants, biological wastewater treatment, nitrification, denitrification.

В настоящее время на объектах Минобороны России используются системы водоотведения проектирование и строительство которых осуществлялось в 1960-1970 гг. Проведенный анализ применения технологических схем показывает, что основной технологией, применяемой на указанных объектах, является нитри-денитрификация (рис.1.). Состоящей из двух последовательно соединённых зон аэротенка – аноксидной (Д) и аэробной (Н). В аноксидной зоне осуществляется денитрификация, а в аэробной – нитрификация.

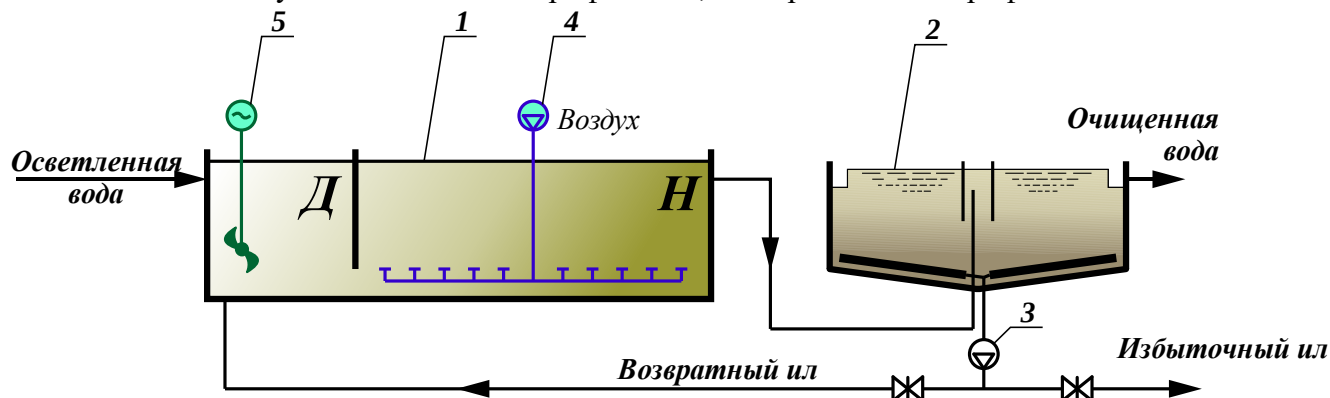
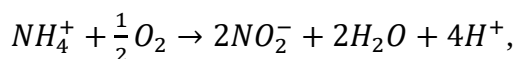


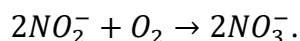
Рис.1. Технологическая схема нитри-денитрификации.

1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – насосная станция активного ила; 4 – система подачи и распределения воздуха; 5 – мешалка

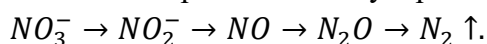
Содержащийся в сточных водах аммоний на первой стадии реакции нитрификации окисляется до нитрита



на второй стадии до нитрата



Реакция денитрификации также протекает в несколько стадий, которые условно можно представить в виде цепочки реакций от нитрата до молекулярного азота



Приведенная схема технологической очистки применима для систем водоотведения объектов Минобороны России, как по объемам сточных вод, так и по составу, и при правильно настроенном режиме очистки обеспечивает требуемое качество очистки по азотной группе загрязнений [1-4]. Для такого типа сооружений удаление соединений фосфора из сточных вод осуществляется реагентным способом.

Процесс нитри-денитрификации в значительной степени чувствителен к составам и расходам сточных вод, подаваемых на блок биологической очистки, и возвратного ила из вторичных отстойников. Эффективность обеспечивается поддержанием оптимальных соотношений по веществам в сточной воде, таких, как например БПК/ NO_3 , а также расходов сточных вод во входном потоке в блок биологической очистки и возвратного ила [5]. Важно отметить, что рекомендованные расходы потока возвратного ила сопоставимы с притоком осветленных сточных вод в аэротенк [6-7]. А поддержание оптимальных соотношений веществ при таких соотношениях притока и возвратного ила невозможно. В тоже время, значительное превышение потока возвратного ила над притоком осветленных сточных вод в аэротенк нарушает гидравлические режимы работы вторичного отстойника, что приводит к снижению качества очистки сточных вод [8-9].

Поэтому для расширения возможностей качественного управления целесообразно дополнить технологическую схему нитри-денитрификации дополнительным рециркуляционным потоком между выходом сточных вод и входным потоком из аэротенка с возможностью регулирования расхода в нём, рис.2.

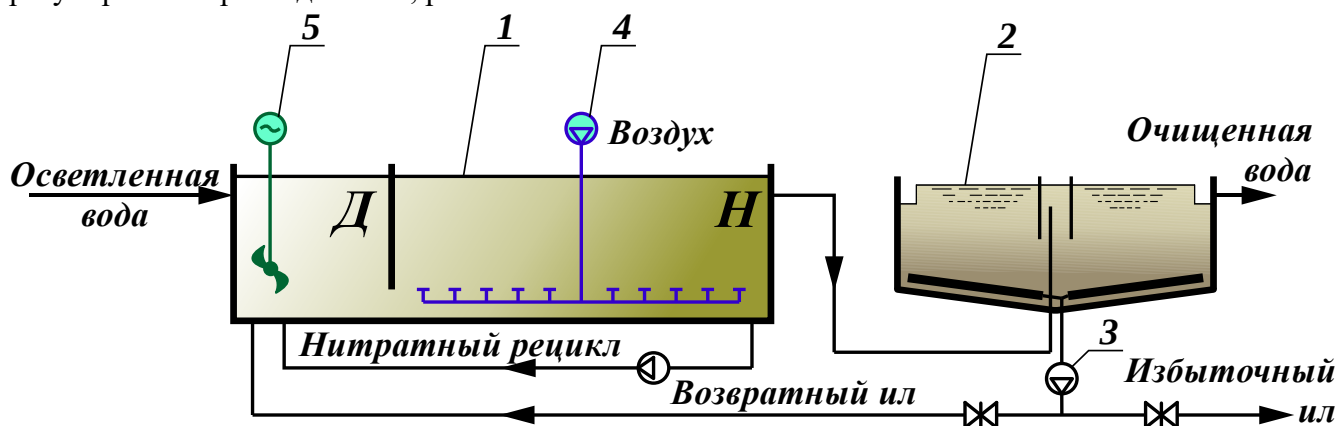


Рис.2. Технологическая схема нитри-денитрификации с нитратным рециклом.

1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – насосная станция активного ила; 4 – система подачи и распределения воздуха; 5 – мешалка

Определение оптимальных режимов очистки должно осуществляться при наладке очистных сооружений с учетом рекомендаций проектной документации.

Для поиска оптимальных параметров процесса нитри-денитрификации принят блок биологической очистки сточных вод, состоящий из аэротенков и вторичных отстойников.

В состав аэротенков включены зоны анаксидная и аэробная зоны, общими объемами, 2493 м³ и 4560 м³, соответственно.

В качестве вторичных отстойников приняты радиальные отстойники диаметром 18 м, глубиной 3,7 м, в количестве 4 шт.

Для анализа процесса нитри-денитрификации проводилось компьютерное моделирование на разработанном программном обеспечении с изменением расходов поступающей сточной воды, при изменении расходов в потоках возвратного ила *R2* и рециркуляционного потока *R1*.

Поступающая сточная вода имеет характеристики, приведенные на рис.3.

а)

Входящий сток	
Сток	Азот
Расход, м3/ч	760
С ХПК, мг/л	240,0
Х ВВ, мг/л	120,0
рН	7,5
Т, оС	18,0
Щел., мг-экв/л	5,0

Входящий сток	
Сток	Фосфор
S NH ₄ , мг/л	20,0
S NO ₃ , мг/л	0,6
С Нобщ ф., мг/л	_____

б)

Входящий сток	
Сток	Азот
Расход, м3/ч	900
С ХПК, мг/л	240,0
Х ВВ, мг/л	120,0
рН	7,5
Т, оС	18,0
Щел., мг-экв/л	5,0

Входящий сток	
Сток	Фосфор
S NH ₄ , мг/л	20,0
S NO ₃ , мг/л	0,6
С Нобщ ф., мг/л	_____

Рис.3. Характеристики поступающей сточной воды:

а – подача расчетного расхода сточных вод; б – подача увеличенного расхода сточных вод

Для определения параметров процесса нитри-денитрификации использовались модели работы сооружений с использованием активного ила [10].

В ходе исследований оценивались параметры процесса в режимах расчетного и увеличенного притока сточных вод. Результаты моделирования приведены рис.4 – 6.

Приведенные результаты, рис. 5., показывают, что изменение расходов возвратного ила и рециркуляционного потока позволяет корректировать соотношение БПК₅/NO₃ в иловой смеси в начале денитрификатора или в денитрификаторе, если он смеситель. А также влиять на эффективность удаления нитратов в нём.

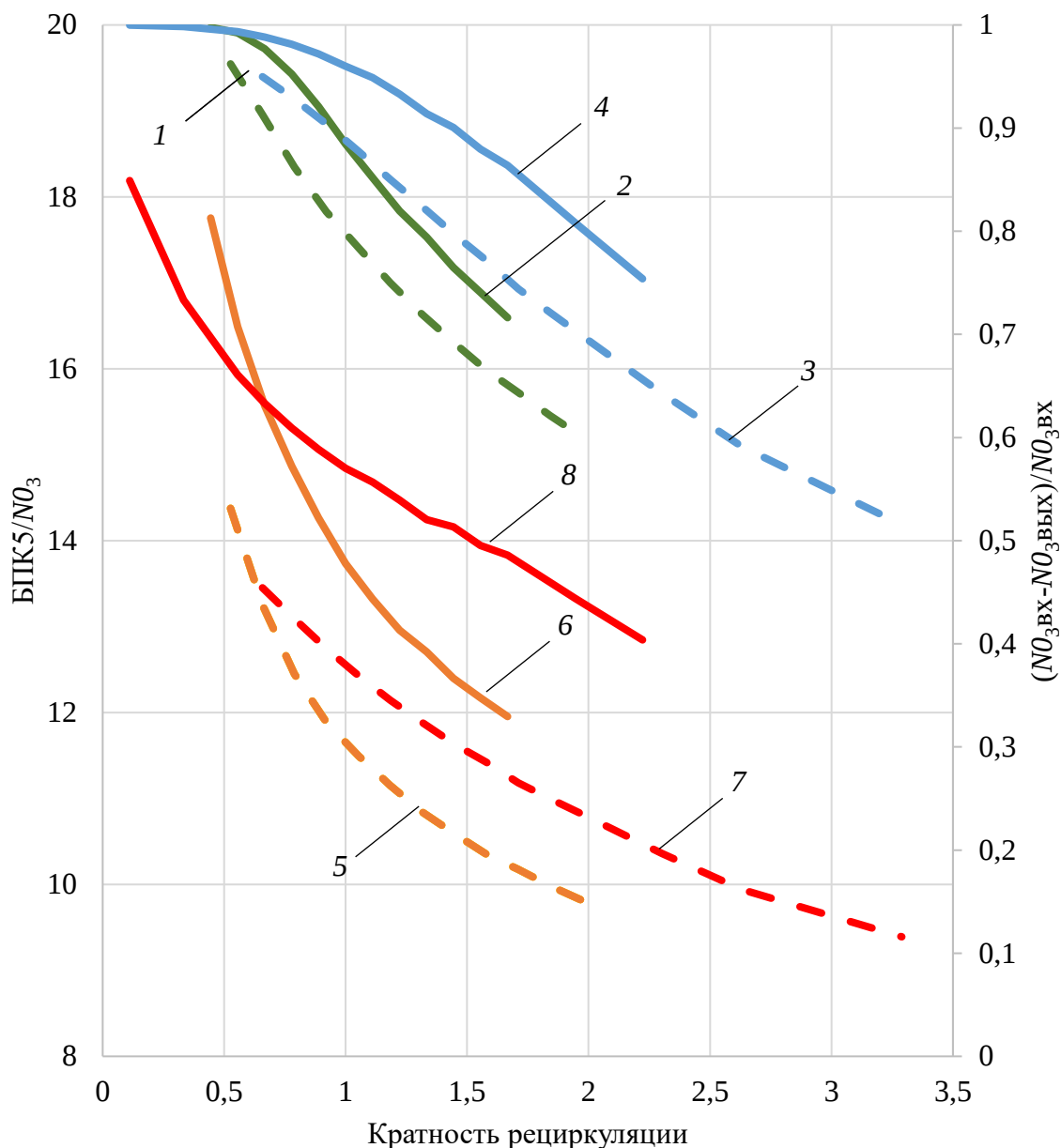


Рис.4. Изменение параметров денитрификации при изменении кратностей рециркуляции:

1 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 2 – то же, при увеличенном расходе сточных вод ; 3 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 4 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 5 – отношение концентраций BPK_5/NO_3 в начале денитрификатора в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 6 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 7 – отношение концентраций BPK_5/NO_3 в начале денитрификатора в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_1 ; 8 – то же, при увеличенном расходе сточных вод.

На рис.5 приведена зависимость эффективности денитрификации в аноксидной зоне в зависимости от соотношения BPK_5/NO_3 , из которого следует, что с увеличением BPK_5/NO_3 растет эффективность денитрификации.

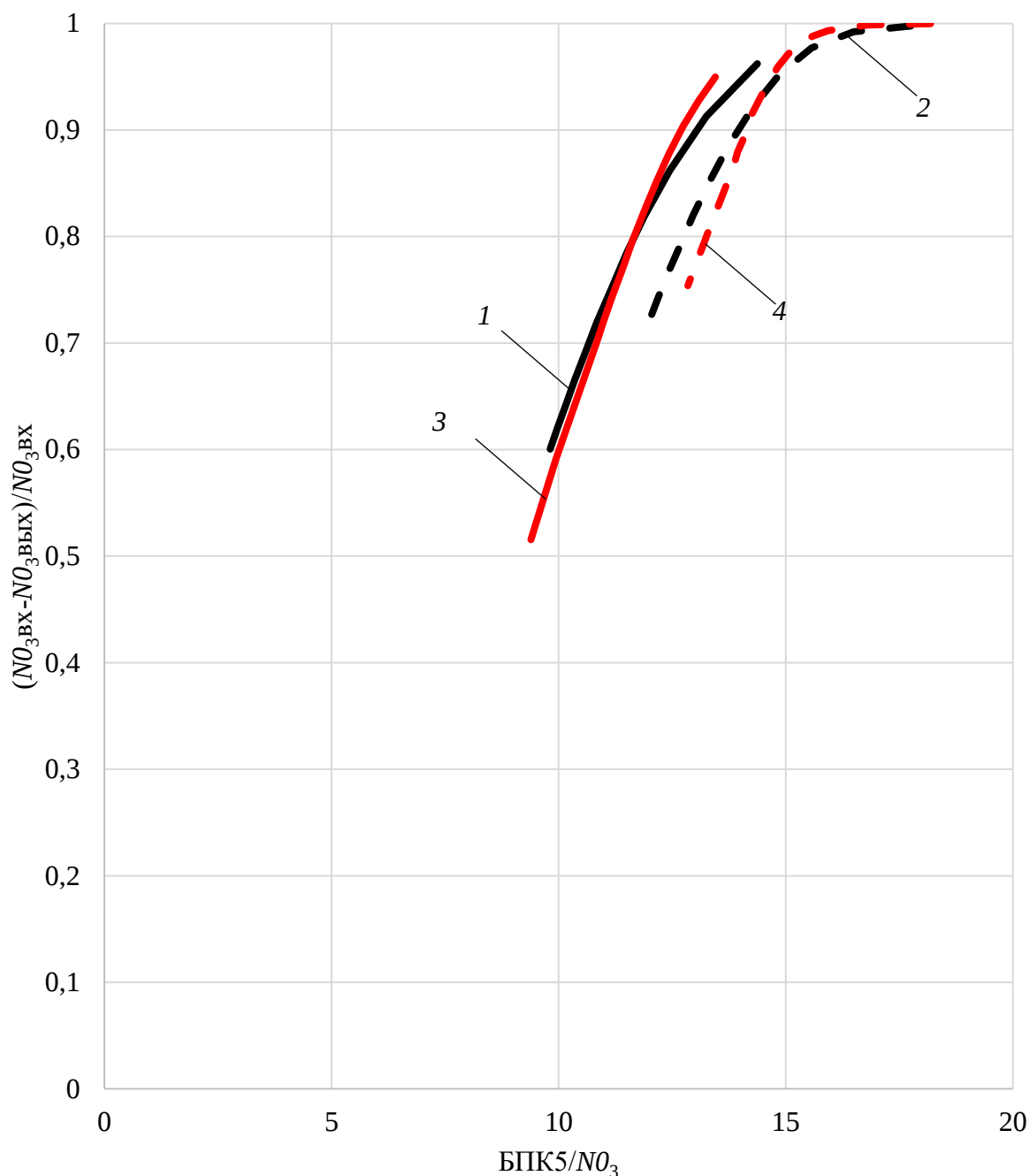


Рис. 5. Изменение эффективности денитрификации при изменении отношение концентраций BPK5/NO₃: 1 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R2 при фиксированном R1; 2 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 3 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R1 при фиксированном R2; 4 – то же, при увеличенном расходе сточных вод.

Здесь важно еще раз обратить внимание на практически отсутствие в исходной сточной воде нитратов (рис.3), а их источником в блоке биологической очистки является нитрификатор. В котором происходит процесс окисления аммонийного азота до нитратов. На рис.6 представлены полученные значения концентрации аммонийного азота на выходе из аэробной хоны в зависимости от соотношения концентраций BPK5/NO₃.

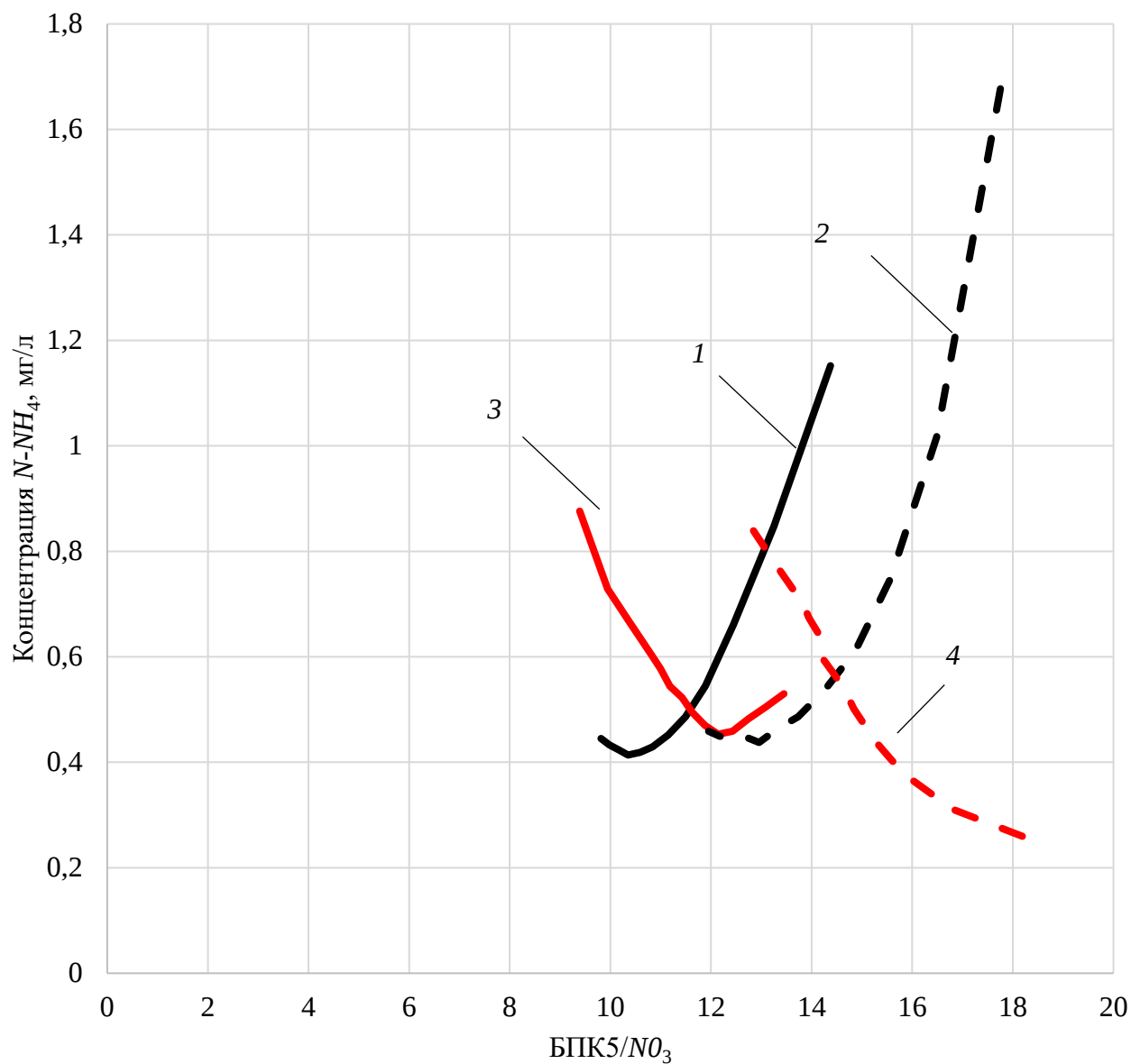


Рис.6. Изменение концентрации $N-NH_4$ на выходе из нитрификатора при изменении отношения концентраций БПК5/NO₃ на входе в денитрификатор: 1 – эффективность нитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 2 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 3 – эффективность нитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 4 – то же, при увеличенном расходе сточных вод.

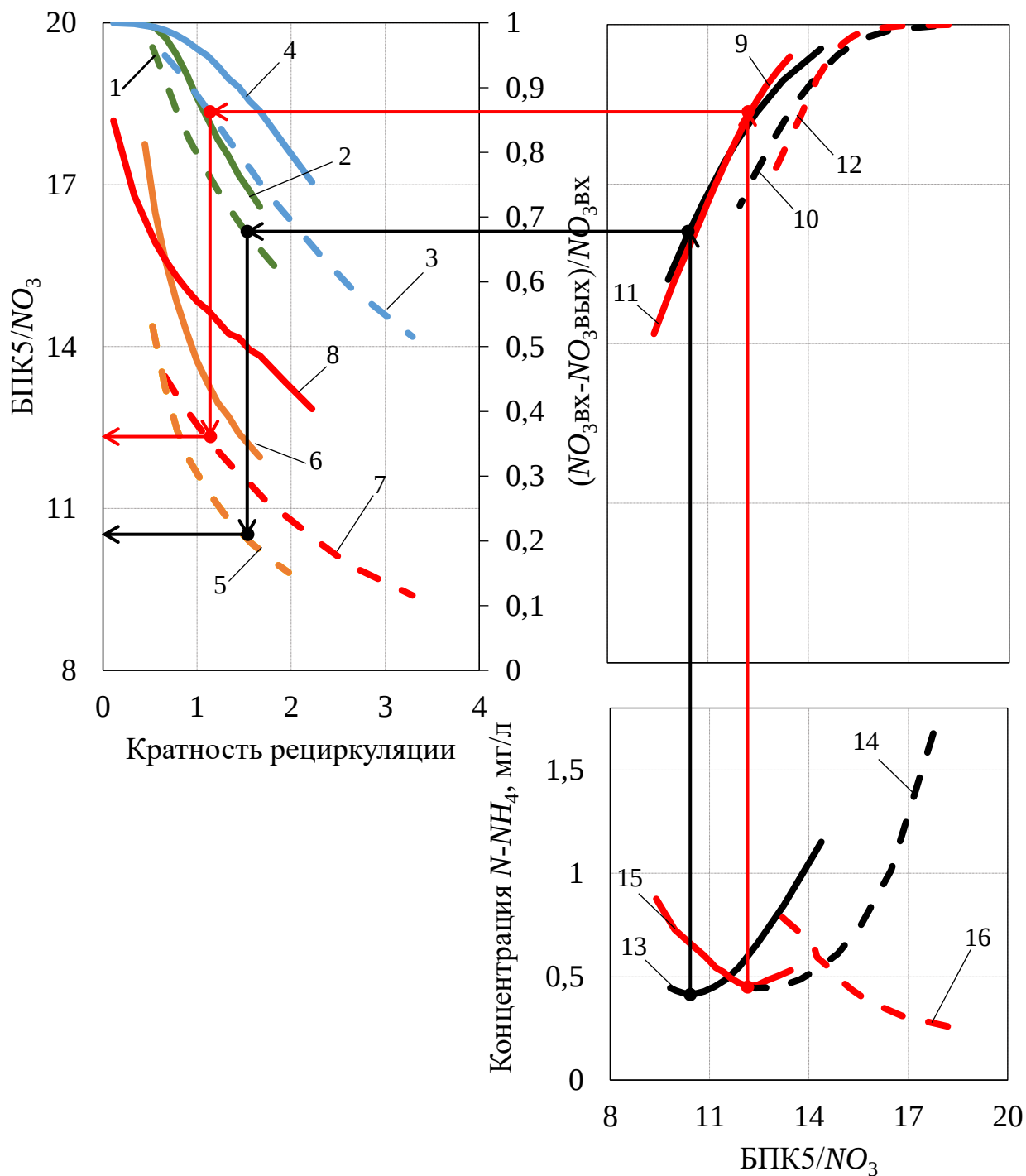


Рис. 7. Общие результаты оценки эффективности нитри и денитрификации:
 1 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 2 – то же, при увеличенном расходе сточных вод ; 3 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 4 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 5 – отношение концентраций БПК5/ NO_3 в начале денитрификатора в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 6 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 7 – отношение концентраций БПК5/ NO_3 в начале денитрификатора в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 8 – то же, при увеличенном расходе сточных вод 9 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 10 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 11 – эффективность денитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 12 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 13 – эффективность

нитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_2 при фиксированном R_1 ; 14 – то же, при увеличенном расходе сточных вод; 15 – эффективность нитрификации в расчетном режиме в зависимости от R_1 при фиксированном R_2 ; 16 – то же, при увеличенном расходе сточных вод.

Из результатов моделирования следует, что:

а) Соотношение между БПК₅ и концентрацией нитратов в иловой смеси в начале денитрификатора или в денитрификаторе, если он смеситель, является критерием эффективности денитрификации. Но при это важно учитывать эффективность нитрификации.

б) Изменением кратностей рециклов R_1 и R_2 можно эффективно обеспечить необходимые диапазоны требуемого соотношения между БПК₅ и концентрацией нитратов в иловой смеси. При этом в отличие от других распространенных способов поддержания БПК₅/NO₃, таких как:

- изменение эффективности осветления в первичных отстойниках (а это только уменьшение этой эффективности) не будет происходить увеличения прироста ила, что не увеличит затраты на его обработку;

- внесение дополнительного субстрата [8] не требует дополнительных затрат на его приобретение и дозирование.

в) При изменении нагрузки (расхода и/или концентраций), а также температуры сточных вод требуемого соотношения между БПК₅ и концентрацией нитратов в иловой смеси необходимо корректировать.

Выводы:

1. Для обеспечения эффективности процесса нитри и денитрификации соотношение между БПК₅ и концентрацией нитратов необходимо корректировать с учётом характеристик сточных вод в том числе и используя характерные суточные, недельные и годовые зависимости загрязнений и притока сточных вод.

2. Корректировка кратностей рециклов по разработанным зависимостям для конкретных канализационных очистных сооружений является эффективным способом обеспечения оптимального соотношения БПК₅/NO₃ и позволят достигать требуемого состав сточных вод на выходе из блока биологической очистки.

Список литературы:

1. Федеральный Закон РФ от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
2. Федеральный закон РФ от 10.01.2002 N 7-ФЗ (в ред. от 01.01.2018) "Об охране окружающей среды".
3. Федеральный Закон РФ от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Водный кодекс Российской Федерации».
4. МДК 3-02.2001. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации (утв. Приказом Госстроя РФ от 30.12.1999 N 168).
5. Пат. 2440306 Российская Федерация, МПК C02F 3/30 (2006.01) C02F 101/16 (2006.01) C02F 103/04 (2006.01). Способ обеспечения надежности очистки сточных вод от соединений азота и фосфора / Ильин Ю.А., Игнатчик В.С., и др.; заявитель и патентообладатель Государственное Унитарное Предприятие "Водоканал Санкт-Петербурга" (RU). – № 2010124223; заявл. 10.06.12; опубл. 20.01.12, Бюл. № 2.
6. Анисимов Ю.П., Саркисов С.В. Основные положения программы модернизации водопроводно-канализационного хозяйства Министерства Обороны Российской Федерации. Сборник докладов круглого стола международного военно-технического форума «Армия 2018».

Современное состояние эксплуатационного содержания казарменно-жилищного фонда Министерства Обороны России и инновационные пути перспектив его развития. Изд-во: ФГАОУВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". 2018. с: 55-63.

7. Анисимов Ю.П., Попов Ю.А. Факторы, влияющие на эффективность биологической очистки сточных вод// Инженерный вестник Дона, 2020, №10. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2020/6617.

8. Харьковина О.В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харьковина. Волгоград: Панорама, 2015. – 433 с.

9. Данилович, Д.А. Расчет и технологическое проектирование сооружений биологической очистки городских сточных вод в аэротенках с удалением азота и фосфора / Д. А. Данилович, А. Н. Эпов. — Москва, 2020 — 225.

10. Henze M., Grady C. P. L., Gujer W. [et al.] Activated Sludge Model No. 1. Scientific and Technical Report No. 1. London: IAWPRC, 1987.

Росляков Е.М., Алешичев С.Е., Литвинова Н.Б., Тупицин Ю.Е.

Roslykov E.M., Aleshichev S.E., Litvinova N.B., Tupitsin Y.E.

**Опыт применения в учебном процессе виртуальных тренажеров на основе
flash-технологии**

**Experience of using virtual simulators based on flash-technology in the educational
process**

Аннотация. В статье рассматривается опыт применения flash-технологии при разработке виртуальных тренажеров и лабораторных установок, предназначенных для обеспечения обучения личного состава как в штатных, так и в особых условиях, в частности, при дистанционном обучении в условиях санитарно-эпидемиологических ограничений.

Abstract. The article discusses the experience of using flash-technology in the development of virtual simulators and laboratory installations designed to provide training for personnel both in regular and in special conditions, in particular, for distance learning in conditions of sanitary and epidemiological restrictions.

Ключевые слова: flash-технологии, личный состав, дистанционное обучение, виртуальный тренажер.

Keywords: flash-technologies, personnel, distance learning, virtual simulator.

Введение

Пандемия, охватившая мир, внесла коррективы практически во все области человеческой деятельности, включая сферу образования. Введенные органами государственного управления карантинные ограничения существенным образом коснулись деятельности образовательных учреждений (ОУ), что обусловило значительное ограничение личного присутствия личного состава как обучающихся, так и педагогических работников в помещениях ОУ.

Однако, введение карантина не отменило необходимость выполнения требований по обеспечению качества результатов образовательного процесса, т.е. формирования компетенций обучающихся.

Большинство образовательных учреждений разрешение возникшей проблемы видят в применении в образовательном процессе дистанционных технологий (дистанционного обучения).

Анализ средств дистанционного обучения

Под дистанционным обучением, согласно федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» [14] понимаются «технологии, реализуемые в основном с применением информационно-коммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии

обучающихся и педагогических работников». Этот же закон определяет образование как «единый целенаправленный процесс обучения и воспитания». Очевидно, что рассматриваемые понятия различаются по содержанию, по сути реализуемых процессов. В то же время обучение, воспитание и развитие рассматривается как целостный, неразрывный процесс взаимодействия систем, синхронность взаимодействия которых обеспечивается за счет единства системообразующих структур (целей) и технологий обучения в вузе [8].

Следует отметить, что согласно указанному федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации», в области высшего образования имеет место ряд специальностей, подготовка по которым не может быть организована и проведена исключительно электронным обучением или с помощью дистанционных образовательных технологий [14].

Можно утверждать, что дистанционное обучение может рассматриваться как вспомогательное средство передачи знаний, не содержащее воспитательной составляющей. Попытки ввести повсеместно дистанционное образование в провинциальных ВУЗах недопустимы, поскольку, во-первых, ведут к утрате воспитательных функций образования; во-вторых, не позволяют получить полноценно образованных людей по целому ряду сложных инженерных, медицинских, творческих и других профессий.

С другой стороны, дистанционное образование может занять свою определенную нишу, обеспечивая обучение в таких видах образования как повышение квалификации, переподготовка, получение второго образования, также, что особенно важно, в условиях форс-мажорных обстоятельств, с которыми, например, человечество столкнулось в 2020 году [4, 6].

Анализ литературных источников показывает, что методы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий находят широкое применение при проведении различных видов занятий, однако, наибольший эффект получается от их внедрения при организации практических занятий и лабораторных работ [5, 11].

Проведение практических занятий и лабораторных работ, что очевидно, предполагает наличие технических средств, обеспечивающих проведение этих видов занятий. Следует отметить, что именно для выполнения этих видов занятий в практике высшего образования имеется большое количество наработок. В Российской Федерации многие ВУЗы достаточно давно приступили к работам по созданию различных технических средств с применением информационных технологий, имитирующих изучаемые объекты и процессы при проведении практических занятий и выполнении лабораторных экспериментов [1, 2, 3, 7, 8, 9, 12, 13].

Привлечение имитаторов позволяет устранить такие недостатки реальных объектов как [7]:

- существующие лабораторные установки и рабочие места оснащены, как правило, устаревшим оборудованием и измерительными приборами;
- невозможность выполнения обучающимися экспериментов и практических работ вследствие их длительности в отведенное время;
- количество установок для выполнения определенных работ ограничено;
- установки в ходе проведения занятия расходуют свой ресурс, топливо, электроэнергию;
- некоторые установки содержат опасные материалы, комплектующие изделия и т.д.

На современном этапе развития технических средств обучения наибольшие результаты достигнуты на пути внедрения информационных технологий, на основе которых осуществляется разработка так называемых виртуальных учебных технических средств (ВУТС) [6, 7].

В зависимости от вида процесса, реализуемого изучаемым объектом, виртуальные учебные средства можно классифицировать по реализуемым процессам на следующие группы:

- имитация физических процессов, лежащих в основе функционирования исследуемого объекта;
- имитация процессов (алгоритмов) управления техническими системами;
- имитация процессов (процедур) технического обслуживания, ремонта технических систем.

Виртуальные учебные средства (тренажеры) первой группы, имитирующие процессы функционирования исследуемых объектов в ходе лабораторных работ, позволяют:

- обеспечить необходимое количество рабочих мест (лабораторных установок);
- обеспечить проведение лабораторных работ сразу за соответствующей лекцией по данной теме, т.е. в полном соответствии с логикой прохождения дисциплины;
- демонстрировать лабораторную установку непосредственно в процессе чтения лекции;
- исключить расходование материальных и энергетических ресурсов, необходимость проведения технического обслуживания и ремонта установки.

В данной статье рассмотрен пример ВУТС первой группы.

Flash-технологии как основа виртуальных тренажеров

Анализ современных средств построения ВУТС, требований программ освоения компетенций при подготовке специалиста и технических возможностей располагаемого парка компьютеров позволил выбрать базовым средством реализации информационных технологий инструментарий на основе *flash*-технологии [2, 3, 7-9].

Flash-среда, как инструмент разработки программ, позволяет компилировать такие элементы мультимедиа как движение, звук и интерактивность объектов, обеспечивая при этом минимальный размер созданных программных продуктов [2, 9].

На 4-м факультете ВКА имени А.Ф. Можайского с помощью технологии *flash* был разработан комплекс программ для проведения лабораторных работ и практических занятий (виртуальные тренажеры).

Программы для ЭВМ предназначены для проведения лабораторных и практических работ по дисциплинам: «Холодоснабжение», «Энергетические машины и установки».

Возможности виртуальных тренажеров, сформированных с применением *flash*-технологии, можно проиллюстрировать на примере разработанной виртуальной лабораторной работы «Исследование сухого цикла парокомпрессионной холодильной машины для непосредственного охлаждения».

Целью выполнения указанной работы обучающимися является совершенствование теоретических знаний и экспериментальное изучение рабочих процессов в парокомпрессионной машине (ПКХМ), освоение навыков измерения параметров термодинамического цикла в ходе практической работы, получение экспериментальных данных и построение на их основе диаграммы цикла холодильной машины в координатах $i-lgp$, а также оценка теоретических и действительных показателей параметров цикла и холодильной машины [10, 12].

Помимо этого, в ходе выполнения виртуальной лабораторной работы, обучающиеся осваивают на практике методику исследования характеристик оборудования, получают навыки проведения экспериментов.

Методика выполнения лабораторных работ предполагает следующие действия:

- предварительное изучение учебно-методических материалов по теме лабораторной работы;
- тестирование готовности обучающихся к выполнению работы;
- выполнение экспериментальной части на виртуальной установке;

- оформление отчета по работе;
- защита лабораторной работы.

Визуально лабораторная работа оформлена как Учебный терминал.

Учебный терминал виртуальных лабораторных работ имеет два независимых рабочих окна, верхнее и нижнее [3,12]. Верхнее окно служит для авторизации, размещения навигационных страниц, тестирующих программ и виртуальных лабораторных работ. В нижнем окне размещается инструкция для работы с Учебным терминалом и методические материалы с теоретическими выкладками и указаниями по выполнению лабораторных работ.

Работа начинается с авторизации, т.е. заполнения соответствующих полей: фамилия обучающегося, логин, пароль (рис. 1).

Рис. 1 – Учебный терминал

Следующий шаг – доступ к виртуальной лабораторной работе – представляет собой предварительное тестирование. Эта процедура необходима для определения уровня подготовки обучающегося к проведению лабораторной работы по данной теме. Каждому предлагается ответить на пять контрольных вопросов, сформированных случайным образом. За правильный ответ начисляется пять баллов. Для получения доступа к работе обучающийся должен набрать 25 баллов, то есть безошибочно ответить на все предложенные вопросы. В этом случае в нижней части экрана появляется кнопка: «Переход к выполнению работы». В случае, если число баллов будет менее 25, обучающемуся предлагается пройти повторное тестирование.

Нажатие кнопки «Переход к выполнению работы» приводит к появлению на экране изображения виртуальной лабораторной работы (рис. 2), а наведение указателя компьютерной мыши на слово «Лаб.№1» – к появлению информационного поля с исходными данными программы и инструкциями по ее выполнению. В исходное состояние лабораторная работа приводится нажатием кнопки «Сброс» [12].



Рис. 2 – Лабораторная установка ПКХМ с непосредственным охлаждением

После успешного выполнения тестирования обучающийся переходит к выполнению экспериментальной части лабораторной работы. Именно данный этап является важнейшим в проведении лабораторной работы и именно на этом этапе реализуются возможности виртуального тренажера. В ходе эксперимента учащийся выполняет три замера значений температуры и давления в характерных точках холодильной установки.

Полученные экспериментальные данные обрабатываются и оформляются в виде отчета по лабораторной работе. Далее работа представляется на защиту.

Оценка эффективности применения виртуальных тренажеров

Оценка степени усвоения учебного материала при использовании виртуальных учебных технических средств была осуществлена в ходе проведения педагогического эксперимента. Для оценки было подготовлено экспериментальное занятие по дисциплине «Энергетические машины и установки» [8].

Обследуемая учебная группа была разделена на две подгруппы. Два преподавателя 43 кафедры к.т.н. доцент М и к.т.н. доцент Т в течение одного академического часа в разных аудиториях излагали учебный материал лекции на тему «Основы эксплуатации, характеристики и способы регулирования центробежного насоса».

Доцент М при изложении материала использовал анимационные возможности виртуальной лабораторной работы «Исследование характеристик центробежного насоса».

Доцент Т не использовал никаких электронных дидактических средств, для графического отображения учебного материала использовались доска и мел.

Для оценки эффективности ВУТС после окончания изложения материала был выполнен опрос с применением специально разработанных анкет.

Результаты оценки степени усвоения учебного материала курсантов обследуемой учебной группы при использовании ВУТС при чтении лекции показали, что в подгруппе, где были использованы ВУТС, число правильных ответов составило 80%, а подгруппе, где ВУТС не применяли – 64%.

Таким образом, курсанты первой подгруппы показали более высокие результаты усвоения учебного материала, что свидетельствует об эффективности использования ВУТС в учебном процессе.

Анализ ответов курсантов на предложенные в анкете вопросы показывает, что 85 % опрошенных считают, что использование таких ВУТС как анимационные видеофрагменты, учебные видеофильмы в значительной степени повышает степень усвоения учебного материала и сокращает время, необходимое для его изучения.

Заключение

Установлено, что в условиях форс-мажорных обстоятельств, в том числе санитарно-эпидемиологических ограничений, налагаемых на учебный процесс в ВУЗах, наиболее эффективным оказалось применение методов дистанционного обучения на основе виртуальных тренажеров.

Одним из возможных инструментов создания виртуальных тренажеров и лабораторных установок следует рассматривать *flash*-программы, характеризующиеся удобством применения и достаточно малым объемом необходимой памяти.

Список литературы:

1. Алексеев Г.В., Бриденко И.И. Опыт и перспективы применения инновационных технологий образования в области пищевых производств. Монография. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 160 с.
2. Баранов П.Ф. *Flash*-тренажеры как элемент успешной постановки лабораторного практикума / П.Ф. Баранов, С.А. Горисев, И.В. Ряшенцев, Е.В.Царева, Э.И. Цимбалист // Открытое образование, №5, 2012. – С.30-35.
3. Бриденко И.И. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: учебное пособие / Г.В.Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. – СПб.: Лань, 2011. – 144 с.
4. Ванягин В.Е., Ванягина М.Р., Молдованова С.М. Оценивание уровня доверия к результатам дистанционного контроля обученности испытуемых в технологии прокторинга // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2020. – Вып. 675. – С. 362-368.
5. Кунтурова Н.Б. Оценивание вариативности методического подхода к формированию требуемого уровня образования у курсантов военного вуза на основе реализации образовательной траектории // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2020. – Вып. 673. – С. 263-269.
6. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004 – 352 с.: ил. (Сер. Информатика в техническом университете.)
7. Образцов И.В., Белов В.В. Виртуальные тренажеры в практике технического образования. – URL:<http://www.cdokp.tstu.tver.ru> (дата обращения 20.12.2020).
8. Отчет о педагогическом эксперименте «Повышение качества формирования компетенций курсантов 4 факультета на основе использования комплекса виртуальных учебно-тренировочных средств». СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2020. – 95 с. Рукопись.

9. Пахунов А.В. *flash*-технологии: история развития и применения // Современная наука, №3, 2016. – С. 23-26.
10. Росляков Е.М. Холодоснабжение: учебное пособие / Е.М.Росляков, Д.А. Авсюкевич, Н.В. Коченков. – СПб.: ВКА имени А.Ф.Можайского, 2010. – 188 с.
11. Салахова А.Ш., Козлов В.А. Организация и методика проведения дистанционных лабораторных работ по общепрофессиональным техническим дисциплинам // Открытое образование. – 2014. – №5. – С.74-79.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016614947, Российская Федерация. Виртуальная лабораторная работа «Исследование сухого цикла ПКХМ» / Е.В. Шишкин, С.Е.Алёшичев, И.И. Бриденко, Е.М. Росляков. – зарегистр. 12.05.2016.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020613343, Российская Федерация. Виртуальная лабораторная работа «Исследование цикла ПКХМ с регенеративным теплообменником» / Е.М.Росляков, С.Е. Алёшичев, И.И. Бриденко. – зарегистр.13.03.2020.
14. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 08.12.2020). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения 20.12.2020).

Генезис и современное состояние применения дистанционных образовательных технологий в высшем образовании**Genesis and current state of application of distance educational technologies in higher education**

Аннотация. Обучение с применением дистанционных образовательных технологий как единственный формат обучения в условиях пандемии получает все большее распространение в современном образовательном пространстве. Данный формат обучения дает возможность обучающимся участвовать в обучении удаленно, предоставляет разнообразный выбор дистанционных образовательных программ, экономит время и денежные средства, дает возможность индивидуально планировать время. Цель данной работы – исследовать дистанционный формат обучения, его генезис и современное состояние. В данной работе представлен авторский взгляд на историю дистанционного формата обучения, а также на нормативно-правовые основы его реализации, отметим требования нормативных документов, предъявляемые к обучению с применением дистанционных образовательных технологий.

Abstract. Learning with the use of distance learning technologies as the only format of education in a pandemic is becoming more widespread in the modern educational space. This training format enables students to participate in training remotely, provides a varied choice of distance educational programs, saves time and money, and makes it possible to individually plan time. The purpose of this work is to investigate the distance learning format, its genesis and current state. This paper presents the author's view of the history of the distance learning format, as well as the regulatory framework for its implementation, we note the requirements of regulatory documents for learning using distance educational technologies.

Ключевые слова: дистанционный формат обучения, дистанционные образовательные технологии, формы обучения.

Keywords: distance learning format, distance educational technologies, forms of education.

С начала XXI века в Российской Федерации на государственном уровне активизированы процесс цифровизации, которые не могли не учитывать перспективы развития системы образования.

Так в докладе рабочей группы президиума Государственного совета Российской Федерации по вопросам реформы образования «Образовательная политика России на современном этапе» 29 августа 2001 года одной из основных тенденций мирового развития был признан переход к информационному обществу и как следствие – внедрение компьютерных и телекоммуникационных технологий в существующие сферы труда с целью увеличения производительности [1].

Развитие процессов информатизации образования, как и всех сфер жизни общества, способствовало стремление ученых, педагогов, других специалистов использовать новые средства усиления интеллектуальной деятельности человека.

Развитие сетевых технологий взаимодействия (использование сети Интернет при создании, передаче информации и приобретении знаний в процессе обучения, контакт между педагогом и обучаемым, а также администратором сети) дали толчок к развитию новых технологий обучения – компьютерных дистанционных образовательных технологий.

С 2013 года дистанционные образовательные технологии закреплены законодательно в Федеральном законе № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» как технологии, с помощью которых разрешено реализовывать образовательные программы.

Однако проведенный нами анализ научных источников показал, что современные исследователи неоднозначно трактуют определение «обучение с применением дистанционных образовательных технологий»: многими исследователями понятия «дистанционное обучение», «дистанционное образование», «дистанционная форма обучения» используются как синонимы обучению с применением дистанционных образовательных технологий.

Следует отметить, что статья 17 Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» носит название «Формы получения образования и формы обучения», и гласит о том, что в Российской Федерации образование может быть:

получено либо в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, либо вне организаций, осуществляющих образовательную деятельность (в форме семейного образования и самообразования);

осуществлено в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, с учетом потребностей, возможностей личности и в зависимости от объема обязательных занятий педагогического работника с обучающимися в очной, очно-заочной или заочной формах [2].

Соответственно, формами получения образования являются получение образования в организации, осуществляющей образовательную деятельность, либо вне такой организации (в двух разных вариантах – семейное и самообразование (в форме экстерната)). Формами обучения являются очная, очно-заочная и заочная. При этом закон не дает предпочтений ни одной из форм, все они являются равными.

Развитие информационно-коммуникационных технологий позволило многим образовательным организациям предоставлять образовательные услуги с применением дистанционных образовательных технологий. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [2].

Так, например, Британский профессор Чарльз А. Шониреган считает дистанционное обучение как форму обучения, ключевыми понятиями которой являются педагогика, развитие интернет-коммуникации, интерактивное взаимодействие, предоставление онлайн-обучения обучающимся из разных городов и стран [3].

В.Г. Домрачев определяет дистанционное обучение как «новую ступень заочного обучения, на которой обеспечивается применение информационных технологий, основанных на использовании персональных компьютеров, видеотехники, аудиотехники, космической и оптоволоконной техники» [4, с.11].

Е.С. Полат определяет, что «дистанционное обучение – это организованный по определенным темам, учебным дисциплинам учебный процесс, предусматривающий активный обмен информацией между обучающимися и педагогом, а также между самими обучающимися и использующий в максимальной степени современные средства новых информационных технологий (аудиовизуальные средства, персональные компьютеры, средства телекоммуникаций)» [5].

А.Н. Тихонов видит дистанционное обучение как «важное направление поддержки потенциала высшей школы. Роль и значение дистанционного обучения заключается в том, что оно предоставляет возможность получения широкими слоями населения России качественного и мобильного образования» [6, с.51].

Вместе с тем в нашей статье использование учеными таких понятий, как «дистанционное обучение», «дистанционное образование», «дистанционная форма обучения», будет пониматься как обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

Термин «дистанционное обучение» появился в XIX в. Более ранней формой удаленного обучения является заочное обучение, появившееся впервые в Европе в конце XVIII в. Ученики по почте, получали необходимые учебные материалы, осуществляли переписку с педагогами, посылали педагогу на проверку свои готовые письменные работы и получали по почте комментарии учителя. Основателем дистанционного формата обучения считается британский ученый-стенограф Айзек Питман, который в 1840-х гг. представил совершенно новую систему обучения благодаря стенографии. Являясь преподавателем английского языка, в 1837 г. он использовал в обучении стенографическое письмо, которое, по его мнению, позволило бы лучше взаимодействовать с обучающимися. Питман посылал стенографические тексты своим ученикам и получал назад работы на проверку. Такая обратная связь стала важным аспектом и достижением в Питманской системе [3].

Первым университетом, который стал использовать удаленное обучение в учебной программе, был Лондонский университет. В 1828 г. официальное разрешение на введение удаленного обучения было подписано королевой Викторией. Дистанционный курс обучения назывался Международной программой Лондонского университета и включал в себя основной курс, аспирантуру и получение диплома. Чарльз Диккенс назвал Лондонский университет «Народным университетом», так как он предоставлял обучение разным слоям населения, как богатым, так и менее обеспеченным [3].

В 1911 г. в австралийском Университете Квинсленда был создан Департамент заочного обучения. В 1946 г. при Южно-Африканском университете также были основаны курсы удаленного обучения. К одним из наиболее важных и знаковых событий в истории дистанционного формата обучения относится учреждение британского Открытого университета в 1969 г. Открытый университет – один из ведущих крупнейших вузов Великобритании, где обучается более 200 000 студентов. Цель создания Открытого университета – предоставить возможность обучающимся из различных стран получить престижный британский диплом [3].

Таким образом, уже с первой половины XX в. технологии дистанционного формата обучения стремительно развиваются и кардинально меняют нашу жизнь [3].

Однако несмотря на популярность обучения с применением дистанционных образовательных технологий, нами отмечается, что в период зарождения и становления дистанционного формата обучения, не было исследований, направленных на качество обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Не исследовались психолого-педагогические основы обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

В Российской Федерации первое упоминание о дистанционном формате образования мы находим в решении коллегии Госкомвуза РФ от 9 июня 1993 года «О создании системы дистанционного образования в Российской Федерации». Коммерческие вузы инициировали внедрение дистанционного образования исходя из опыта двухлетней работы

Международного института менеджмента «ЛИНК», выступавшего в качестве стратегического партнера Британского Открытого университета [7].

Внедрению новых дистанционных образовательных технологий способствовало решение коллегии Министерства науки, высшей школы и технической политики от 9 июня 1993 г. № 9/1 «О создании системы дистанционного образования в Российской Федерации». Окончательно данное направление работы было закреплено Постановлением Госкомвуза РФ от 31 мая 1995 №6 «О состоянии и перспективах создания единой системы дистанционного образования в России» [7].

В период с 1995 года по 2000 были достигнуты успехи и в сфере законодательного обеспечения развития системы высшего образования. Однако вопрос внедрения обучения с применением дистанционных образовательных технологий в текущую образовательную систему на юридическом уровне оказался достаточно непростым.

В «Законе о высшем и послевузовском профессиональном образовании» были определены три формы образования без отрыва от основной деятельности: заочная, очно-заочная (вечерняя) и экстернат. Все они имели свою нормативную базу. В то же время обучение с применением дистанционных образовательных технологий не было прописано в Законе как специфичная форма обучения. Поэтому в практической деятельности идеи обучения с применением дистанционных образовательных технологий можно было увязывать только с существующими формами заочного образования, улучшая их посредством новых технологий [7,8].

26 июня 2002 года коллегией Минобразования России были подведены итоги масштабного, всероссийского эксперимента в области дистанционного формата обучения, который проводился в 1997–2002 гг. В материалах коллегии отмечалось, что за годы проведения эксперимента основная часть поставленных разработчиками программы задач была решена. Получили развитие «кейс-технологии», Интернет (сетевые) и телевизионные методы дистанционного формата обучения [3].

Коллегия Министерства также признала, что общество, в том числе и академическое, практически преодолели барьер против дистанционных методов обучения. Коллегия пояснила, что многие вузы России в том или ином масштабе и в той или иной форме разрабатывают и используют дистанционные образовательные технологии в обучении [3].

Изменилась и законодательная сфера, вошли в действие новые нормативные документы, в значительной мере укоренившие методы дистанционного формата обучения. В этой связи выделим приказ Министерства образования от 18 декабря 2002 года № 4452 «Об утверждении Методики применения дистанционных образовательных технологий (дистанционное обучение) в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования РФ» [3].

В настоящее время российское обучение с применением дистанционных образовательных технологий в высшем образовании регламентируется Федеральным законом № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. и приказом Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ".

В Федеральном законе № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также в приказе Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ" прописан порядок применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, дистанционных образовательных технологий при реализации

образовательных программ, правила применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, дистанционных образовательных технологий при реализации основных образовательных программ и/или дополнительных образовательных программ, перечень профессий, специальностей и направлений подготовки, реализация образовательных программ по которым не допускается с применением исключительно дистанционных образовательных технологий. Согласно данным законодательным документам, при реализации образовательных программ или их частей с применением дистанционных образовательных технологий [9]:

1. местом осуществления образовательной деятельности является место нахождения организации или ее филиала независимо от места нахождения обучающихся [9];

2. организации обеспечивают соответствующий применяемым технологиям уровень подготовки педагогических, научных, учебно-вспомогательных, административно-хозяйственных работников организации [9];

3. организации самостоятельно определяют порядок оказания учебно-методической помощи обучающимся, в том числе в форме индивидуальных консультаций, оказываемых дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий [9];

4. организации самостоятельно определяют соотношение объема занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся, в том числе с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий [9];

5. допускается отсутствие учебных занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся в аудитории [9].

При реализации образовательных программ или их частей с применением исключительно дистанционных образовательных технологий организация самостоятельно и (или) с использованием ресурсов иных организаций:

создает условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ или их частей в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся [9];

обеспечивает идентификацию личности обучающегося, выбор способа которой осуществляется организацией самостоятельно, и контроль соблюдения условий проведения мероприятий, в рамках которых осуществляется оценка результатов обучения [9].

Организации вправе осуществлять реализацию образовательных программ или их частей с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, организуя учебные занятия в виде онлайн-курсов, обеспечивающих для обучающихся независимо от их места нахождения и организации, в которой они осваивают образовательную программу, достижение и оценку результатов обучения путем организации образовательной деятельности в электронной информационно-образовательной среде, к которой предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет" [9].

С марта-апреля 2020 года произошла актуализация обучения с применением дистанционных образовательных технологий в связи с введенными ограничениями из-за пандемии коронавируса Covid-19. Всего за несколько недель все обучающиеся всего мира были вынуждены перейти в дистанционный формат обучения. Вузы оказались в непростой, чрезвычайной ситуации. Возникли сложности для реализации очной формы обучения, по которой университеты работали веками. Лет 20-30 назад эта ситуация сподвигла бы на полное прекращение работы вузов. Но сегодня Российские университеты, как и вузы всего мира, решили

продолжить работу и помочь обучающимся продолжать обучение. Данная ситуация стала настоящим стресс-тестом для всей системы высшего образования Российской Федерации.

В нашем исследовании мы проанализировали отношение профессорско-преподавательского состава к современному состоянию и перспективам развития дистанционных образовательных технологий в высшем образовании.

Анализ результатов проведения опроса, в котором приняли участие 472 респондента из числа профессорско-преподавательского состава приведён на рисунке 1.

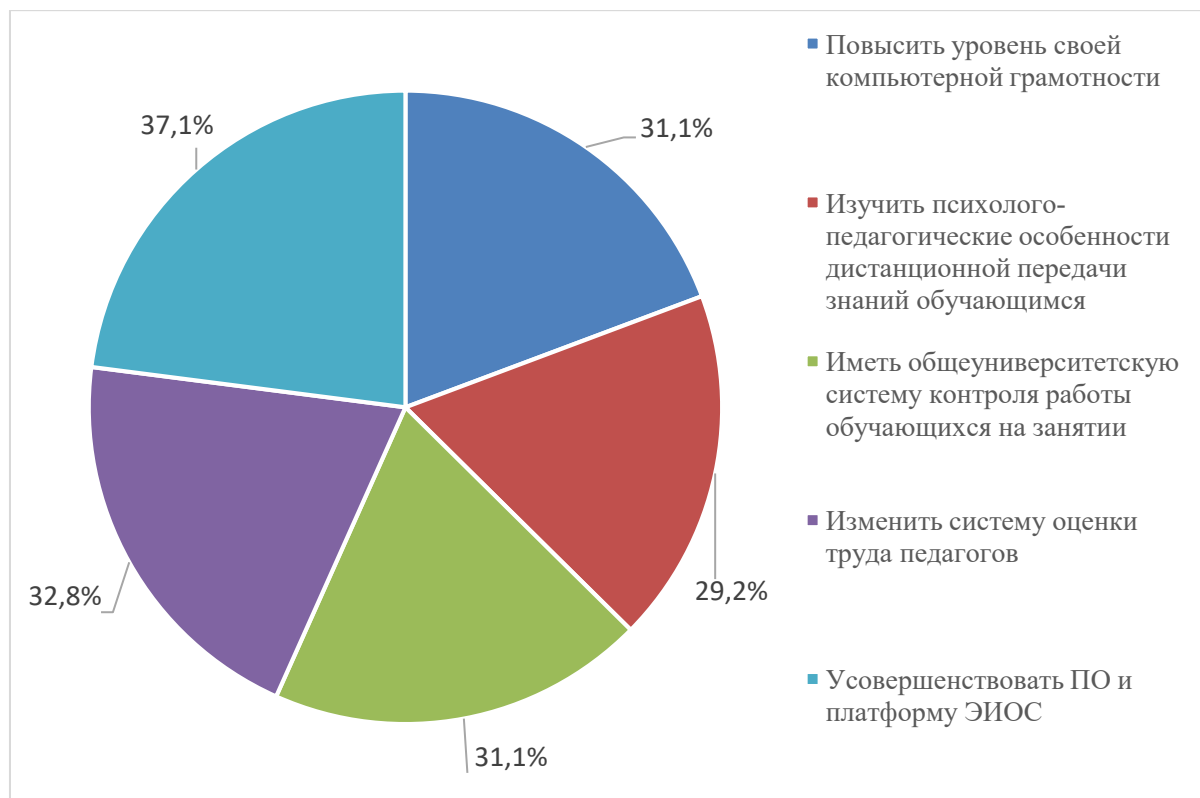


Рис 1. Мнение профессорско-преподавательского состава о направлении совершенствования применения дистанционных образовательных технологий в высшем образовании

Из полученных данных следует, что опрос не выявил приоритетов в направлениях развития: по всем пяти предложенным вариантам констатировано от 138 до 175 мнений из 762. Вместе с тем, отсутствие предложений от профессорско-преподавательского состава в других направлениях совершенствования доказывает приоритетность пяти уже сформулированных.

Таким образом анализ развития и современного состояния применения дистанционных образовательных технологий в высшем образовании показал, что:

- дистанционный формат обучения в нашей стране не является самостоятельной формой получения образования. Юридически это лишь способ организации образовательного процесса — с применением дистанционных образовательных технологий. Обучение с применением дистанционных образовательных технологий это исторически сложившийся, педагогически обоснованный и юридически признанный формат любой из форм обучения;

- обучение с применением дистанционных образовательных технологий представляет особые требования к учебно-методической базе, материально-техническому и программному обеспечению образовательной организации, а также к квалификации профессорско-преподавательского состава и обучающихся [10,11];

- основным противоречием обучения с применением дистанционных образовательных технологий является качество такого обучения на сегодняшний день. Качество обучения – это непосредственный результат образовательного процесса, зависящий от уровня квалификации профессорско-преподавательского состава, учебно-методического процесса, состояния материально-технической базы, интеллектуального потенциала обучающихся как объекта образовательного процесса образовательной организации;

- обучение с применением дистанционных образовательных технологий требует готовности как профессорско-преподавательского состава образовательной организации, так и обучающихся [10,11], совершенствовать свои навыки при работе с техническими средствами обучения, программным обеспечением, знакомится с образовательными платформами, на которых происходит обучения, оперативно решать технические проблемы в случае их возникновения;

- дистанционные образовательные технологии являются перспективным направлением развития высшего образования, но не альтернативной формой очной форме обучения.

Список литературы:

1. Доклад рабочей группы президиума Государственного совета Российской Федерации по вопросам реформы образования «Образовательная политика России на современном этапе».
2. Федеральный Закон № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: принят Гос. Думой 21 дек. 2012 г. [электронный ресурс] // консултант плюс.
3. Вознесенская Е.В. Дистанционное обучение история развития и современные тенденции в образовательном процессе.
4. Домрачев В.Г. Дистанционное обучение: возможности и перспективы // высшее образование в россии. – 1994. – № 3. – с. 10-12.
5. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – м.: издательский центр «академия», 2009. – 272 с
6. Тихонов А.Н. Стратегия и пути перехода от информатизации образования к информатизации регионов России и общества в целом // бюллетень «проблемы информатизации высшей школы», 1995 г., вып. 4.
7. Малькова Т.В. Становление системы дистанционного обучения в российской федерации: к истории проблемы.
8. Овсянников В.И. Дистанционное образование: теоретические проблемы и противоречия // педагогическое образование без отрыва от основной деятельности. ежегодник. – 1999. – №2.
9. Приказ министерства образования и науки рф от 23 августа 2017 г. № 816 "об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ".
10. Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А., Поборчий А.В. Психолого-педагогические аспекты экстренного перехода обучающихся очной формы обучения на дистанционный формат подготовки и проведения государственных аттестационных испытаний. Современные наукоемкие технологии. 2020. № 10. С. 140-147.
11. Булат Р.Е., Лебедев А.Ю., Никитин Н.А., Байчорова Х.С. Психолого-педагогические ресурсы повышения готовности обучающихся к образовательному процессу в условиях электронной информационно-образовательной среды. Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 3. С. 172-178

Деминов А.Н., Печников А.Н., Прензов А.В.
Deminov A.N., Pechnikov A.N., Presov A.V.

О целесообразности внедрении дистанционного обучения в образовательный процесс военных вузов

On the feasibility of introducing distance learning in the educational process of military universities

Аннотация. Рассмотрены характеристики дистанционного обучения как формы и технологии обучения. Выделены и подвергнуты анализу две ситуации применения дистанционного обучения: 1) ситуация невозможности непосредственного физического (очного, происходящего при личной встрече) контакта обучаемых с преподавателями; 2) ситуация беспрепятственного непосредственного физического контакта обучаемых с преподавателями. Предложены целесообразные подходы к внедрению дистанционного обучения в обеих ситуациях.

Abstract. The characteristics of distance learning as a form and technology of learning are considered. Two situations of using distance learning are identified and analyzed: 1) the situation of impossibility of direct physical (face-to-face, occurring at a personal meeting) contact of trainees with teachers; 2) the situation of unhindered direct physical contact of trainees with teachers. Appropriate approaches to the implementation of distance learning in both situations are proposed.

Ключевые слова: дистанционное обучение, форма обучения, технология обучения, техническая база обучения.

Keywords: distance learning, form of training, technology of training, technical base of training.

Опыт применения систем и технологий дистанционного обучения (ДО) в подготовке военных специалистов ограничен периодом пандемии COVID-19 (март 2020 – февраль 2021). Ввиду такого короткого периода использования ДО приводимые ниже оценки в основном базируются на результатах анализа данных, представленных в педагогической и научно-технической литературе. С учетом небольшого собственного опыта использования ДО эти внешние данные анализировались с целью обеспечения того наивысшего уровня эффективности подготовки военных специалистов, который возможен в различных условиях взаимодействия профессорско-преподавательского состава и обучаемых (адъюнктов, слушателей, курсантов).

Существует два подхода к трактовке ДО. Первый подход определяет ДО как форму обучения, т.е. самостоятельный вид организации (структуризации, планирования и осуществления) образовательного процесса: “Дистанционное обучение – это форма обучения, при которой взаимодействие учителя и учащихся между собой осуществляется на расстоянии и отражает все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения), реализуемые специфичными средствами интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность” [1, С.19]. Такая трактовка ставит ДО в один ряд с заочным, очным и очно-заочным обучением. При этом применение ДО как формы обучения необходимо предполагает полную реорганизацию образовательного процесса военного вуза, реализующего очную форму обучения.

Второй подход определяет ДО как технологию обучения, т.е. как “совокупность методов и средств обучения и администрирования учебных процедур, обеспечивающих проведение учебного процесса на расстоянии на основе использования современных информационных и телекоммуникационных технологий” [1, С. 19]. Реализация ДО в этой трактовке не предполагает изменений в организации и планировании очного образовательного процесса военного вуза, но снижает возможности ДО как формы обучения за счет ограничения возможностей индивидуализации траекторий обучения отдельных обучаемых как по времени, так и по организационным формам проводимых учебных занятий.

В соответствии с приведенными дефинициями ДО как в виде формы, так и в виде технологии обучения может реализовываться только при наличии технических средств, обеспечивающих интерактивность процесса обучения. Как известно, интерактивным считается тот процесс обучения, в котором любое действие одного субъекта обучения (компьютерной обучающей системы, преподавателя, обучаемого) является интеракцией, т.е. действием представляющим собой одновременно и стимул, и реакцию на действие другого субъекта.

Ранее процесс интерактивного обучения мог быть реализован только по каналам связи традиционного педагогического общения в очной форме обучения, предполагающей наличие непосредственного физического контакта субъектов обучения. В ДО за счет развития информационных технологий каналы связи традиционного педагогического общения были заменены на каналы связи информационной сети, которая представляет собой совокупность взаимодействующих автоматических систем обработки информации (преимущественно ЭВМ), объединенных каналами передачи данных. На этой технической базе появилась возможность расширить номенклатуру способов выработки обучающих воздействий. В частности в ДО обучающие воздействия могут вырабатываться и реализовываться: 1) преподавателем традиционным путем непосредственного педагогического общения, осуществляемого через системы видеосвязи типа “Skype”, “Zoom” и “LifeSize” в режиме реального времени на основе виртуального, а не физического контакта с обучаемыми; 2) преподавателем или компьютерной обучающей системой (КОС) непосредственно или опосредованно в рамках заранее разработанных автоматизированных учебных занятий, реализуемых средствами систем дистанционного обучения (СДО) типа “Moodle” и т.д.

Представленная краткая характеристика технической базы ДО определяет, что внедрение ДО в образовательный процесс военного вуза возможно только тогда, когда все ЭВМ (системы обработки информации), обеспечивающие реализацию процесса обучения вуза, объединены в одну локальную вычислительную сеть (ЛВС). Отсутствие ЛВС определяет невозможность использования ДО как в виде новой формы, так и в виде новой технологии обучения. Создание такой ЛВС для любого военного вуза является такой актуальной технической задачей, которая требует отдельного анализа. Поэтому ниже будут рассматриваться только те вопросы внедрения ДО, которые не связаны с проектированием, разработкой и созданием его технической базы.

При анализе целесообразных подходов к внедрению элементов ДО в образовательный процесс военного вуза на основе имеющейся ЛВС, прежде всего, необходимо выделить две ситуации: 1) ситуация невозможности непосредственного физического (очного, происходящего при личной встрече) контакта обучаемых с преподавателями; 2) ситуация беспрепятственного непосредственного физического контакта обучаемых с преподавателями.

1. Ситуация невозможности непосредственного физического контакта обучаемых с преподавателями

Ситуация внезапно возникшей невозможности физического контакта обучаемых с преподавателями для любой системы очного обучения является критической. Она вызывается

обстоятельствами, которые исключают возможность реализации очной формы обучения, но в отличие от непреодолимых (форс-мажорных) обстоятельств не освобождают вуз от выполнения своих образовательных функций. Последнее определяет необходимость перехода к заочной или к дистанционной форме обучения.

Однако существовавшая ранее классическая форма заочного обучения, основанная на самостоятельной работе обучаемых с книгой, изжила себя более 10 лет назад ввиду своей низкой эффективности.

Ныне в гражданских вузах заочное обучение повсеместно реализуется на основе технологий дистанционного обучения (ТДО), а различия между заочным и дистанционным обучением определяются только следующими элементами их организации: “1) при заочном обучении: курсовые и экзаменационные работы сдаются в установленный срок; необходимо присутствовать на время сессии в учебном заведении и посещать два раза в год пары; расписание и лекции составляются по одному общему для всех плану; 2) при дистанционном образовании: взаимодействие с вузом осуществляется посредством электронного образовательного портала, почтовой связи и курьерской службы; учиться можно непрерывно, подстраивая график занятий под свое свободное время, обучаясь тогда, где и когда удобно, можно самостоятельно установить свой темп обучения и последовательность изучаемых предметов; преподаватель исполняет роль куратора, задачей которого является организация и мониторинг индивидуального образовательного процесса” [2]. Другими словами, сегодня как заочная, так и дистанционная формы обучения реализуются на основе ТДО, но различаются отмеченными выше особенностями организации и планирования образовательного процесса. Кроме того следует отметить два важных соотношения очной, заочной и дистанционной форм обучения.

Во-первых, по организации и планированию процесса обучения заочная форма ближе к очной, чем к дистанционной форме обучения. Это положение определяется тем фактом, что временные и организационные характеристики образовательного процесса (состав учебных групп, время и место проведения, темы и организационные формы учебных занятий) при заочной и очной формах обучения определяются заранее и остаются неизменными на всем протяжении времени обучения. Индивидуализация образовательных траекторий отдельных обучаемых, характерная для дистанционной формы обучения, исключает возможность детерминации обозначенных выше характеристик образовательного процесса. Во-вторых, по степени свободы обучаемых от выполнения формальных требований организации образовательного процесса (свобода распределения собственного времени, обязательность присутствия на занятиях, детерминированная последовательность изучения отдельных разделов программы обучения и т.д.) заочная форма обучения ближе к дистанционной, чем к очной.

Дополнительно к представленным выше особенностям форм обучения военный вуз в ситуации невозможности физического контакта обучаемых с преподавателями должен учитывать ряд особенностей подготовки военных специалистов.

Прежде всего, в силу требований, предъявляемых в военным специалистам любого профиля, цели образовательного процесса военного вуза (цели воинского обучения и воспитания) в целом могут быть достигнуты только в очной форме подготовки обучаемых. История не дает примеров подготовки военных специалистов в иной форме обучения потому, что решать задачи воинского воспитания, индивидуальной и групповой тактической, тактико-специальной и физической подготовки можно только в процессе непосредственного взаимодействия обучаемых с командирами и преподавателями. Кроме того, невозможность физического контакта обучаемых с преподавателями является временной, и при возобновлении возможности таких контактов образовательный процесс военного вуза должен быть

незамедлительно переведен в свою естественную очную форму. И, наконец, военные вузы в отличие от гражданских не могут изменить условия жизнедеятельности и распорядок дня обучаемых.

Приведенные выше особенности образовательного процесса военных вузов определяют, что в ситуации невозможности физического контакта обучаемых с преподавателями целесообразно сохранение соответствия общей организации учебного процесса очной форме обучения за счет перехода от традиционных технологий обучения к ТДО. Эффективность такого решения тем выше, чем выше возможности той технической базы на которой реализуются ТДО. Так наличие в вузе достаточно разветвленной ЛВС позволяет в некоторых случаях просто перейти от запрещенного физического контакта обучаемых с преподавателями к такому его виртуальному аналогу, при котором в реальном масштабе времени сохраняются все возможности адаптивного взаимодействия обучаемых и преподавателя.

Таким образом, на случай возникновения ситуации невозможности непосредственного физического контакта обучаемых с преподавателями в военном вузе в целях обеспечения бесперебойности образовательного процесса в соответствии с программами очного обучения для всех учебных дисциплин на основе средств и технологий ДО необходимо разработать такие онлайн-курсы, которые реализуются без запрещенных физических контактов обучаемых с преподавателем.

2. Ситуация беспрепятственного непосредственного физического контакта обучаемых с преподавателями

Если в ситуации отсутствия возможности контакта преподавателя с обучаемыми эффективность ТДО является достоверным и общепризнанным фактом, то при наличии возможности такого контакта эффективность ТДО представляется сомнительной.

Во-первых, в случае применения ТДО система взаимодействия преподавателя и обучаемых из гуманоидной системы превращается в эргатическую (человеко-машинную), в отношении которой справедливы следующие положения:

1. Исключение из процесса обучения преподавателя и возложение всех его функций на технические средства обучения (ТСО) прямо нарушает закон необходимого разнообразия теории систем. Данный закон определяет, что “для создания системы, способной справиться с решением проблемы, обладающей определенным разнообразием, нужно чтобы система имела еще большее разнообразие, чем разнообразие решаемой проблемы или была способна создать в себе это разнообразие” [3, С.26]. Сегодня ни одна компьютерная обучающая система (КОС) не может предусмотреть всех вариантов ситуаций, возможных в реальном процессе обучения, поэтому использование любых ТСО в режиме самоподготовки не может быть дидактически более эффективным, чем общение обучаемых с преподавателем.

2. Реализация средствами ДО методик, апробированных в традиционном процессе обучения, не может повысить эффективность обучения, т.к. это противоречит закономерности осуществимости и потенциальной эффективности систем, которая определяет, что из “элементов, обладающих определенными свойствами, при принятых правилах их взаимодействия принципиально невозможно создать систему более совершенную (эффективную), чем позволяют сделать эти элементы и правила” [3, С.26]. В приложении к внедрению в процесс обучения ТДО эта закономерность определяет, что “потолок” эффективности любого процесса обучения ограничен “потолком” эффективности методик, приемов и способов обучения, и этот “потолок” не может быть превзойден за счет совершенства технических характеристик средств ДО.

Во-вторых, современный “сетевой” этап развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) базируется на трех основных компонентах: 1) телекоммуникационных технологиях; 2) мультимедиа технологиях, 3) современной информационной (компьютерной) технологии обработки данных. Кратко рассмотрим их возможности в обеспечении роста эффективности обучения.

1. Телекоммуникационные технологии обеспечивают неограниченный доступ пользователей к ресурсам сети независимо от их территориального расположения и такую оперативность перемещения больших массивов информации на любые расстояния, которая позволяет своевременно получать данные для принятия тех или иных решений.

Эти характеристики телекоммуникационных сетей реализуются в современных средствах ДО и обеспечивают: 1) мгновенный доступ к информационным ресурсам сети (электронным библиотекам, базам данных, хранилищам файлов, и т.д.), 2) общение в реальном режиме времени, 3) организацию совместной работы удаленных пользователей в режиме аудио и видеоконференций, 3) широкий доступ к учебно-методической и научной информации, 4) организацию оперативной консультационной помощи, 5) моделирование научно-исследовательской деятельности, 6) проведение виртуальных учебных занятий (семинаров, вебинаров) в режиме реального времени. Однако, телекоммуникационные технологии не способны реализовать ни одну из функций управления обучением. Внедрение телекоммуникационных технологий ничего не меняет во взаимодействии преподавателя и обучаемых и не вносит ничего нового ни в организацию, ни в процесс взаимодействия обучающего и обучаемых. Поэтому телекоммуникационные технологии не способны повысить эффективность обучения.

2. Мультимедиа — это особый обобщающий вид информации, которая объединяет в себе как традиционную статическую визуальную (текст, графику), так и динамическую информацию разных типов (речь, музыку, видео фрагменты, анимацию и т.п.). Технологии мультимедиа тесно связаны с компьютерной обработкой данных и обеспечивают возможность реализации широкого спектра способов обработки аудиовизуальной информации. Они ориентированы на обеспечение наглядности предоставляемой информации и ее наиболее эффективного воздействия на чувства и сознание воспринимающего эту информацию субъекта. Поэтому мультимедиа технологии способны повысить эффективность обучения.

Однако наличие у средств мультимедиа такой способности не гарантирует ее реализацию. Фактический рост эффективности обучения за счет возможностей мультимедиа может быть достигнут только при реализации технологий психолого-педагогического проектирования на основе применения специализированных технических и программных средств мультимедиа. Кроме того, избыток мультимедиа ведет к образованию клипового мышления, которое характеризуется “отсутствием цельной картины мира, который рассматривается в виде фрагментов; яркими образами; нелогичностью или даже алогичностью восприятие происходящего; разрозненностью знаний; кратковременностью запоминания; вырыванием из контекста; отрывочность от общей картинки событий” [3]

3. В отличие от телекоммуникационных и мультимедиа технологий информационная технология непосредственно ориентирована на реализацию всего спектра функций управления обучением (функций преподавателя), прямо определяющих эффективность обучения.

Внедрение информационной технологии в процесс обучения осуществляется путем создания “компьютерных средств обучения (КСО)”. КСО определяется как “программно-аппаратное средство, отвечающее основным дидактическим принципам организации и функционирования образовательного процесса, базирующееся на современных достижениях

наук (психологии, педагогики, информатики и др.), реализующее часть функций педагога и обеспечивающее интерактивное управление познавательной деятельностью обучающихся” [5]. Существует два варианта внедрения КСО в систему обучения (СО)¹.

Первый вариант, определяемый как вариант раздельного управления обучением, предполагает замену обучающего на КСО и приводит к тому, что в СО единственным органом управления обучением становится компьютерная обучающая система (КОС), которая осуществляет автоматическую реализацию функций по управлению учебной деятельностью обучающихся и отображению обучающей информации посредством программной реализации соответствующих алгоритмов управления. Вторым вариантом, определяемым как вариант совместного управления обучением, предполагает не устранение обучающего, а его взаимодействие с КСО в процессе управления обучением. Во втором варианте органом управления становится автоматизированная обучающая система (АОС), которая представляет собой автоматизированную систему управления и включает в себя обучающего и КОС.

Подробный анализ обоих вариантов внедрения КОС в СО приведен в [6], где обоснованы следующие положения:

1) вариант раздельного управления обучением (КОС вместо преподавателя) не позволяет повысить эффективность обучения, его применение целесообразно только при отсутствии обучающего (режим самостоятельной подготовки обучающихся) и при возможности непосредственного взаимодействия обучающихся с обучающим теряет смысл;

2) вариант совместного управления обучением (КОС и преподаватель объединяются в АОС) способен обеспечить значимый рост эффективности обучения, но его применение требует создания специализированных КОС (тренажерно-обучающих систем промышленной разработки) и ввиду слабой автоматизации функций управления обучением приводит к резкой интенсификации деятельности преподавателей и необходимости увеличения их числа для обеспечения необходимой динамики развития ситуаций, моделируемых КОС.

Далее необходимо отметить, что объективные оценки дидактической эффективности перечисленных и аналогичных им систем неизвестны, поскольку достоверная информация о проведении натурных педагогических экспериментов с целью оценки эффективности ДО относительно очного обучения отсутствует. В результате поиска в Интернет было обнаружено 286 публикаций (в том числе 118 диссертаций) со сведениями о попытках оценивания эффективности внедрения КСО в очные системы обучения. В абсолютном большинстве перечисленных случаев для оценки эффективности КСО использовались не достоверные результаты правильно спланированных натурных педагогических экспериментов, а данные наблюдения за деятельностью преподавателей, результаты бесед с преподавателями и студентами вузов, результаты наблюдения за учебным процессом, методы анкетирования и интервьюирования участников, экспертно-аналитический метод оценки качества созданных дистанционных средств обучения и т.п.

В связи с отсутствием достоверных экспериментальных оценок эффективности как КСО, так и средств ДО существует устойчивое мнение об отсутствии гарантий их эффективного внедрения.

Так Е.И. Машбиц в 1988 году утверждал, что “число слабо эффективных обучающих программ превышает 80% от всех программ, находящихся в обращении,... а число программ с высокой эффективностью составляет менее 5%” [7]. А.Н. Печников в 1995 году констатировал,

¹ Система обучения (СО) – “система каналов связи и информационных потоков, обеспечивающих непосредственное взаимодействие обучающего и обучаемого в процессе обучения” [6].

что в учебном процессе регулярно используется не более 9-14% разработанных обучающих программ. “В качестве основных причин отказа преподавателей от их использования указываются: 1) недостаточная дидактическая эффективность - 84%; 2) высокая трудоемкость проведения занятий для обучающего - 73%; 3) необходимость адаптации готовых АУЗ к фактической методике проведения занятий - 57%” [8]. В.К. Алтунин и А.М. Стручков в 2004 году на основе анализа использования компьютерных средств обучения приходят к выводу, что “до 90% занятий, проводимых с их применением, дидактически не эффективны и эта неэффективность объясняется низким качеством методического замысла этих занятий” [9]. Их мнение поддерживает А.В. Соловов, который в 2006 году указывает на “два важных фактора, уже длительное время предопределяющих низкий уровень дидактических и потребительских характеристик многих разработок в сфере электронного обучения. ... Во-первых, методические аспекты электронного обучения отстают от развития технических средств. ... Второй фактор, предопределяющий низкий потребительский уровень электронных средств поддержки обучения, связан с закрытостью большинства из них, что не позволяет преподавателям и учащимся вносить изменения и использовать какие-либо фрагменты для собственных разработок” [10]. А.В. Осин, подтверждает предыдущие мнения, указывая, что “по состоянию на 2010 год удовлетворенность методическим обеспечением современных образовательных технологий составляет не более 5%, а образовательным контентом и инструментами педагогической деятельности - не более 30%” [11]. Российские данные подтверждает Институт Гэллага, результаты опроса которого в 2013 году свидетельствуют, что “только 11% участников опроса согласны с утверждением, что МОДК (массовые открытые дистанционные курсы - прим. автора) способствуют росту творческого характера деятельности педагога. Только 7% участников полностью согласны с тем, что МОДК улучшают показатели обучения обучаемых и только 8% уверены, что МОДК способствуют снижению платы за обучение” [12].

На причину такого стабильно неудовлетворительного положения дел в компьютерном обучении в 2010 году указала И.В. Роберт, которая на основе анализа использования программных средств учебного назначения (ПС УН) констатировала, что “педагогическая целесообразность разработанных, а порой и активно используемых программ остается “на совести” авторов, так как большинство этих программ не опирается ни на признанную методологию, ни на концептуальные или теоретические разработки Эти ПС УН представляют собой линейные или разветвленные программы (по Скиннеру или Краудеру), реализованные с помощью компьютера, и ничего принципиально нового с точки зрения дидактических возможностей не содержат” [13].

На нецелесообразность исключения непосредственных контактов преподавателей и обучаемых также указывает тенденция изменения оценок роли преподавателей в образовательном процессе самими разработчиками компьютерных обучающих систем.

В 2003 году А.И. Башмаков и И.А. Башмаков категорически заявляют следующее: “Принимая решение о внедрении КСО в учебный процесс, следует учитывать, что наибольший эффект от их использования имеет место, когда основная часть подготовки осуществляется обучающимися самостоятельно с помощью КСО, а возникающие затруднения и вопросы разрешаются на дополнительных семинарах и индивидуальных консультациях с преподавателями” [14]. В 2006 году А.В.Соловов существенно смягчает столь категоричное мнение Башмаковых: “Непосредственное взаимодействие преподавателя с обучающимися, хотя и очень важно, но не имеет решающего значения для восприятия, осмысления и закрепления знаний, поскольку все эти этапы когнитивного процесса реализуются в ходе самостоятельной, индивидуальной работы учащихся с электронными обучающими средствами” [10]. Но уже в 2010

году А.В. Осин кардинально меняет мнение разработчиков: “Самое ценное для образования время - время общения с Учителем нельзя отнимать, занимая работой с машиной. ... На самом деле наилучший электронный образовательный ресурс (ЭОР) по всем сравнимым составляющим уступает учителю. Действительно, программная часть ЭОР, даже доведенная до уровня экспертной системы, не выдерживает никакого сравнения с человеческими возможностями организации взаимодействия (интерактива) и способностями к творческому мышлению” [11].

Таким образом, внедрение ТДО в образовательный процесс военных вузов в условиях возможности полноценной реализации очной формы обучения следует рассматривать не как необходимость, а как целесообразное направление научно-педагогических исследований.

Это направление предполагает проведение ряда НИР с целями обоснования и разработки методик проектирования различных видов занятий на основе или с применением ТДО, методик проектирования онлайн-курсов отдельных дисциплин с применением средств ДО, методик применения разработанных онлайн-курсов в очном образовательном процессе, методик проведения различных видов занятий на основе ТДО и, наконец, главное - методики планирования, организации и проведения педагогических экспериментов по оценке эффективности внедрения ТДО в образовательный процесс военного вуза.

Список литературы:

1. Полат Е.С. и др. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
2. Отличие дистанционного обучения от заочной формы [Электронный ресурс], URL.: <https://nastobr.com/articles/otliche-dstantsionnogo-obucheniya-ot-zaочноy-formy/> (Дата обращения: 15.11.2020).
3. Волкова В.Н. и др. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи. - М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
4. Клиповое мышление: характеристика, плюсы и минусы, методы борьбы. [Электронный ресурс], URL.: <https://vplate.ru/myshlenie/klipovoe/> (Дата обращения: 15.11.2020).
5. Красильникова В.А. Теория и технологии компьютерного обучения и тестирования: монография - М.: Дом педагогики, ИПК ГОУ ОГУ, 2009. - 339с.
6. Печников А.Н., Аванесова Т.П., Шиков А.Н. Электронное обучение: учебное пособие – СПб.: ВАС, 2014. – 73 с.
7. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения - М.: Педагогика, 1988. - 193 с.
8. Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем - Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1995. – 326 с.
9. Алтунин В.К., Стручков А.М. Методология создания тренажерных и обучающих систем подготовки специалистов ВМФ - Тверь: НИИ ЦПС, 2004. - 216 с.
10. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология - Самара: «Новая техника», 2006. - 462 с.
11. Осин А.В. Открытые образовательные модульные мультимедиа системы - М.: Агентство «Издательский сервис», 2010. - 328 с.
12. Jaschik Scott (2013). MOOC skeptics at the top. Inside Higher Ed. May 02, 2013 [Электронный ресурс], - URL: <http://www.insidehighered.com/news/2013/05/02/survey-finds-presidents-are-skeptical-moocs>. (Дата обращения: 24.08.2020).
13. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования - М.: ИИО РАО, 2010. - 140 с.
14. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. - М.: Изд. дом «Филинь», 2003.- 616 с.

Применение метода экспертных оценок в работе командира с личным составом

Application of the method of expert assessments in the work of the commander with the personnel

Аннотация. В данной статье рассмотрен вариант применения метода экспертных оценок в педагогической работе командира с личным составом подразделения в повседневной деятельности. Представлен порядок расчета, основанный на принципах математической статистики, а также авторская программа, позволяющая автоматизировать этот процесс.

Abstract. This article considers a variant of applying the method of expert assessments in the pedagogical work of the commander with the personnel of the unit in everyday activities. The calculation procedure based on the principles of mathematical statistics is presented, as well as the author's program that allows automating this process.

Ключевые слова: управление подразделением, педагогическая работа с личным составом, метод экспертных оценок, коэффициенты влияния, прогнозирование оценки, оптимизация, автоматизация.

Keywords: department management, pedagogical work with personnel, the method of expert assessments, influence coefficients, estimation forecasting, optimization, automation.

Актуальность. При проведении исследований в области педагогики и психологии специалисты неоднократно прибегают к проведению эксперимента. Этому процессу посвящено большое количество научных трудов и работ, описывающих надежность применения экспериментальной методики. Ведь именно с помощью грамотно построенного эксперимента возможна проверка какой-либо выдвинутой гипотезы или же ее опровержение.

Однако, стоит отметить, что педагогическому эксперименту свойственны следующие особенности, носящие специфический характер:

1 – осуществление эксперимента предполагает проведение измерений и испытаний на достаточно большой группе исследуемых, с целью исключения случайности полученного результата;

2 – проведение эксперимента необходимо тщательно спланировать, чтобы исключить возможность нанесения вреда испытуемым;

3 – сравнение каких-либо применяемых изменений, методик, систем обучения приходится осуществлять на различных объектах исследования, что требует дальнейшего обоснования правильности сравнения полученных результатов;

4 – в педагогическом эксперименте, зачастую, нет возможности проведения прямого измерения, что требует аргументированного применения определенных параметров сравнения и критериев результативности исследуемых методик [1, 2, 3, 14, 16].

В связи с этим, в современной психологии и педагогике становится все более популярным альтернативный метод исследования различных процессов и подтверждения гипотез – метод экспертных оценок. Данный метод также является эмпирическим и представляет собой разновидность опроса наиболее компетентных в отношении изучаемых явлений людей. Иными словами, сущность экспертного подхода заключается в том, что в основу прогноза и исследования какого-либо процесса закладывается мнение специалистов, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте. Полученные суждения, в совокупности, дополняя и проверяя друг друга, позволяют дать объективную оценку [4, 5, 6].

Метод экспертных оценок сводит к минимуму вышеперечисленными недостатками педагогического эксперимента, его проведение возможно на любой стадии работы без ее прерывания, а также позволяет получить авторитетное мнение экспертов, провести более простой процесс их анализа и сопоставления.

Экспертный подход может использоваться при решении различных задач во многих сферах деятельности человека, т.к. является достаточно универсальным. Ведь очевидно, что в любом направлении человеческой деятельности содержится огромное количество различных явлений и процессов, осуществляемых самим человеком или происходящими независимо от него [1, 4, 6, 10, 11, 12, 13].

Не является исключением и служебная деятельность воинского подразделения, его повседневная деятельность это взаимосвязь целого комплекса процессов, влияющих на выполнение этим подразделением поставленных задач и главное его боеготовности [15]. В связи с этим, перед командиром вполне закономерно встает вопрос об изучении, оценке эффективности проходящих процессов, их прогнозировании и способах регулирования.

Известно, что для любого происходящего процесса характерна зависимость от факторов и условий, влияющих на него. Их совокупность позволяет сделать вывод о эффективности рассматриваемой системы. Причем, при определенной комбинации этого набора факторов процесс возможно полностью остановить, повернуть вспять или ускорить. В таком случае, поставленный перед командиром подразделения вопрос рассмотрения какого-либо процесса повседневной деятельности подразделения и его прогнозирование сводится к определению его положительности и необходимости, определению регулирующих и влияющих факторов (условий), а также определению степени их влияния на исследуемый процесс.

Для решения этой задачи вполне закономерно воспользоваться методом экспертных оценок, что, в свою очередь, предполагает использование методов математической статистики, позволяющих выполнить последующий анализ полученных данных. Применительно к рассматриваемому нами вопросу, метод экспертных оценок заключается в двухэтапном опросе экспертов, а затем в последующей обработке полученных данных. Первый этап опроса будет заключаться в выделении экспертами всех влияющих на исследуемый процесс факторов и условий. Второй этап – в выставлении экспертами оценок каждому фактору из совокупности всех

факторов, выделенных этой группой экспертов. Оценки выставляются в зависимости от степени их влияния на исследуемый процесс.

Однако, прежде чем проводить опрос и осуществлять дальнейший анализ, необходимо обратить внимание на определение количества экспертов в составе рабочей группы. Для этого также предложено использовать основы теории вероятности и математической статистики. За основу определения берется аналогия между выборочными наблюдениями (выборками), имеющими место в статистических исследованиях, и оценками (баллами или рангами), которые дают эксперты определенному фактору при проведении экспертного анализа.

Из курса математической статистики известно, что средняя ошибка выборки μ – среднее квадратическое отклонение всех возможных значений выборочной совокупности. Тогда μ^2 – дисперсия возможных значений выборочной совокупности. Из курса математической статистики следует, что величина μ^2 в n раз меньше дисперсии σ^2 в генеральной совокупности, где n – объем выборки. Необходимо обратить внимание, что все это справедливо в условиях нормально распределенной генеральной совокупности [2, 4, 7, 8]. Поэтому при большом объеме выборки справедливо следующее выражение (1.1):

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (1.1)$$

При небольшом объеме выборки, т.е. в случаях когда $n < 30$, выражение (1.1), согласно теории математической статистики, заменяется на выражение (1.2):

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n-1}} \quad (1.2)$$

После выполненных преобразований выражений (1.1) и (1.2) с последующей заменой объема выборки n на количество экспертов m в рабочей группе составляется выражение:

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2}, \text{ если количество экспертов } m > 30, \quad (1.3)$$

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2} + 1, \text{ если количество экспертов } m \leq 30, \quad (1.4)$$

В таком случае, рекомендуемые численные значения количества экспертов в составе опрашиваемой комиссии, полученные из выражений (1.3) и (1.4) для ряда типовых значений отношений (μ^2/σ^2) , используемых на практике, приведены в таблице (табл.1).

Таблица 1. Рекомендуемый численный состав экспертов

$\frac{\mu^2}{\sigma^2}$	0,05	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,10	0,15	0,2	0,25
n	21	18	16	15	14	12	11	8	6	5

Зачастую, в практической деятельности при проведении расчетов достаточным является использование следующего диапазона значений:

$$(0,05 \leq (\mu^2/\sigma^2) \leq 0,10),$$

Следовательно получается, что наиболее приемлемым количеством экспертов в составе комиссии варьируется в пределах от 11 до 21 человека, в зависимости от необходимой величины (μ^2/σ^2). При этом следует иметь в виду, что выбор количества экспертов зависит, в первую очередь от уровня важности проводимого исследования. Таким образом, при необходимости получения более достоверных результатов работы экспертной группы или, наоборот, при сниженных требованиях к результатам, количество экспертов в составе рабочей группы может быть, как больше 21, так и меньше 11 человек.

После определения необходимого численного состава экспертной комиссии, проведения двухэтапного опроса экспертов и сбора данных, осуществляется анализ полученного материала. Для начала необходимо определить вид полученных оценок, которые бывают двух видов:

- 1 – нормированные, при этом сумма оценок каждого эксперта является константой;
- 2 – ненормированные, каждый эксперт выставляет оценку по каждому фактору по пятибалльной шкале. В этом случае оценки приводятся к нормированному виду путем деления каждого балла на суммарный балл для данного эксперта, т.е. используя следующую формулу (1.5), где x'_{ij} – нормированная оценка i -го коэффициента j -го эксперта.:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{k=1}^n x_{kj}} \quad (i = 1 \dots n), (j = 1 \dots m) \quad (1.5)$$

Когда оценки экспертов нормированные, воспользуемся формулами для обсчета нормированных экспертных оценок, которые позволяют получить конечные значения коэффициентов влияния каждого фактора на определенный процесс.

В нашей задаче наиболее важна формула коэффициента влияния групповой экспертной оценки для i -го коэффициента на t -ом шаге на основе индивидуальных нормированных оценок x'_{ij} (1.6):

$$K_i^t = \sum_{k=1}^m x'_{ij} k_j^{t-1} \quad (1.6)$$

где: t – степень приближения. Используется для достижения требуемой точности результата E (в нашем случае $E=0,001$)

k_j^{t-1} – коэффициент компетентности экспертов.

Начальное значение коэффициента компетентности принимается одинаковым и равным, т.е. при $t = 1$, т.е. при первом приближении расчет происходит по следующей формуле (1.7):

$$k_j^0 = \frac{1}{m} \quad (j = 1 \dots m) \quad (1.7)$$

Расчеты позволяют получить оценки влияния коэффициентов первого приближения. Т.е. в общем итоге получаем количественную меру влияния каждого, влияющего, по мнению экспертов, на процесс, фактора, с помощью которой возможно получить оценку самого процесса.

К примеру, если мы хотим получить оценку процесса по пятибалльной шкале, мы выполняем оценку влияния каждого выделенного экспертами фактора по пятибалльной шкале и выполняем подстановку в следующее уравнение (1.8):

$$N = \sum_{i=1}^n X_i K_i \quad (1.8)$$

где: X_i – оценка i -го фактора, соответствующая исследуемому процессу;

K_i – коэффициент, полученный в ходе экспертного анализа для i -го фактора.

Но следует заметить, что подобные математические расчеты довольно объемны и требуют времени, тогда как в реальных условиях службы его может не оказаться. К тому же, использование метода экспертных оценок предполагает наличие определенных знаний математической статистики. В связи с этим предлагается оптимизировать данный процесс с помощью разработанной программы для ЭВМ [17] «Программа анализа экспертных оценок» (рис.1).

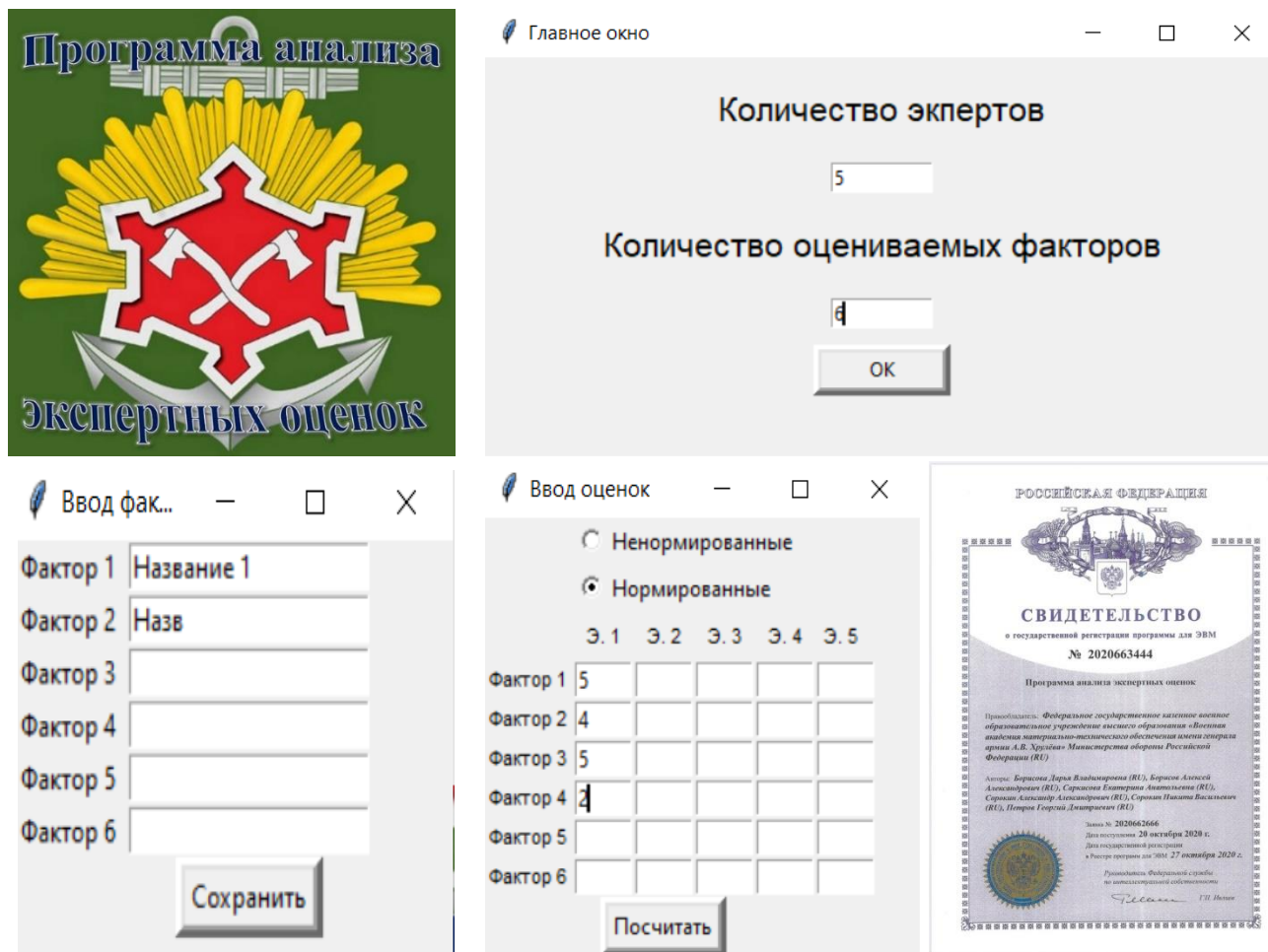


Рис. 1. Интерфейс программы «Программа анализа экспертных оценок»

В этой программе оценки вводятся в определенную матрицу – программа обрабатывает данные матрицы, выдавая на выходе коэффициенты влияния каждого оцененного фактора. Данные критерии могут использоваться, как отмечалось выше, для составления уравнения целостной оценки рассматриваемого процесса.

Вывод. Исходя из вышесказанного, применение метода экспертных оценок в педагогической работе командира является необходимым. Однако, учитывая трудности его использования, предлагается оптимизировать и автоматизировать этот процесс путем применения разработанной авторами программы для ЭВМ.

Список литературы:

1. Гуцыкова С.В. Метод экспертных оценок: теория и практика. М., Институт психологии РАН, 2011.
2. Куликов Л.В. Психологическое исследование. СПб., 1995.
3. Митина О.В., Михайловская И.Б. Факторный анализ для психологов. М., 2001.
4. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. СПб.: Речь, 2004.
5. Иберла К. Факторный анализ. М., 1980.
6. Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюлер, У.Р. Клекка и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М., 1989
7. Суходольский Г. В. Основы математической статистики для психологов. СПб., 1998.
8. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., 1997.
9. Осипов Д. Delphi: Профессиональное программирование. М., 2006.
10. Пашкин С.Б., Пунина В.А., Саркисова Е.А. Практико-технологический регламент и механизм оптимизации социально-психологической адаптации военнослужащих по призыву // Военный инженер, СПб, 2020. - № 2 (16). -с. 54-65.
11. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Особенности морально-психологического обеспечения профессиональной деятельности выпускника военного вуза инженерного профиля в условиях чрезвычайных ситуаций // XIII Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке» (20-22 ноября 2019 г.): Сборник трудов / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2019. С. 175-178.
12. Борисов А.А., Щемелинин А. И., Саркисова Е.А., Салькова Д.В. Путь повышения эффективности обучения курсантов - наличие экстремальных факторов в учебном процессе // Актуальные проблемы военно-научных исследований. - Санкт-Петербург, 2020. № S5 (6).- С. 163-169
13. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Лисовская Н.Б., Саркисова Е.А. Использование методов активного обучения курсантов военно-технического вуза // ВИ(ИТ). - СПб., 2020. – 52 с.
14. Борисов А.А., Саркисов С.В., Салькова Д.В. Оценка эффективности профессионального становления командира подразделения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2019. № 3 (4). С. 354-365.
15. Пашкин С.Б., Борисов А.А., Саркисова Е.А. Формирование здорового морально-психологического климата в служебных подразделениях военного вуза // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № S8 (9). С. 226-230.
16. Пашкин С.Б., Пунина В.А., Саркисова Е.А. Оценка социально-психологической адаптации военнослужащих срочной службы // Военный инженер, СПб, 2021. - № 1 (19). -с. 60-66.
17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2020663444. Борисова Д.В., Борисов А.А., Саркисова Е.А., Сорокин А.А., Сорокин Н.В., Петров Г.Д. Программа анализа экспертных оценок // Номер заявки 2020662666, дата регистрации 20.10.2020, дата публикации 27.10.2020.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Алешичев Сергей Евгеньевич , кандидат технических наук доцент, преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: sergsbpcprf@rambler.ru	Aleshichev Sergey E. , candidate of technical sciences, assistant professor, teacher, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: sergsbpcprf@rambler.ru
Анисимов Юрий Петрович , кандидат технических наук, докторант, ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва. e-mail: anisimov-yuriy@yandex.ru	Anisimov Yuriy P. , candidate of technical Sciences, doctoral student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: anisimov-yuriy@yandex.ru
Белов Олег Евстафьевич , кандидат технических наук, ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, доцент кафедры электроснабжения, электрооборудования и автоматики, e-mail: belov19681@yandex.ru	Belov Oleg E. , candidate of technical Sciences, MI(E) VAMTO named after army General A.V. Khrulev, <u>associate</u> professor, Department of power supply, electrical equipment and automation, e-mail: belov19681@yandex.ru
Борисов Алексей Александрович , кандидат технических наук профессор, начальник кафедры физической подготовки, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail:	Borisov Aleksey V. , candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Training, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
Борисова Дарья Владимировна , преподаватель кафедры организации повседневной деятельности, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: b-daria78@yandex.ru	Borisova Daria V. , teacher of the department of organization of daily activities, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: b-daria78@yandex.ru
Валуйский Виталий Андреевич , преподаватель кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО. e-mail: vitalik-vv@live.ru	Valuisky Vitaly Andreevich , Lecturer of the Department of Life Support Systems for Military Infrastructure Facilities, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: vitalik-vv@live.ru
Винокуров Павел Валерьевич , преподаватель кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: pav-vinokurov@yandex.ru	Vinokurov Pavel V. , lecturer of the Department of Life Support systems for military infrastructure facilities, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: pav-vinokurov@yandex.ru
Вязников Андрей Васильевич , кандидат технических наук, преподаватель кафедры тепло-и электрообеспечения специальных технических систем и объектов Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО. e-mail: andrei-vyaznikov@yandex.ru	Vyaznikov Andrey Vasilyevich , Candidate of Technical Sciences, Lecturer of the Department of Heat and Electrical supply of special technical systems and Objects, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: andrei-vyaznikov@yandex.ru
Гринев Алексей Павлович , кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО. e-mail: apgrinev69@yandex.ru	Grinev Alexey Pavlovich , Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Life Support Systems for Military Infrastructure Facilities, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: apgrinev69@yandex.ru
Демин Альберт Николаевич , кандидат технических наук, начальник кафедры	Deminov Albert N. , Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Navigation,

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
«Кораблевождения, гидрографии и связи», Военный учебный центр при Федеральном Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф.Ушакова» (г. Новороссийск). e-mail: a_deminov@mail.ru	Hydrography and Communications, Military Training Center at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Admiral F. F. Ushakov State Maritime University" (Novorossiysk). e-mail: a_deminov@mail.ru
Духно Алексей Васильевич , старший преподаватель кафедры применения автомобильных подразделений, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: dyhno.77@mail.ru	Duhno Aleksey V. , Senior Lecturer, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev e-mail: dyhno.77@mail.ru
Жеглов Валерий Николаевич , кандидат технических наук, научный сотрудник научно-исследовательского отдела, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф.Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: valera62.rus@mail.ru	Zheglov Valeriy N. , candidate of Technical Sciences, the scientific employee of research department, Federal State Military Educational Institution of Higher Education «Ryazan The Guards Higher Airborne awarded with the Suvorov's order and two order of the Red Standard Command School named after General of the Army of V.F.Margelova» the Ministries of Defence Russian Federations e-mail: valera62.rus@mail.ru
Игнатчик Виктор Сергеевич , доктор технических наук, профессор кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: Ign73@mail.ru	Ignatchik Viktor S. , doctor of technical Sciences, professor, professor of the Environmental support systems department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: Ign73@mail.ru
Кашеев Роман Леонидович , кандидат технических наук доцент, заместитель начальника института по учебной и научной работе, ВИ(ИТ) ВА МТО	Kascheev Roman L. , candidate of Technical Sciences associate Professor, deputy Head of the Institute for Academic and Scientific Work, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
Коновалов Владимир Борисович , доктор экономических наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения e-mail: vlad.conovalov@yandex.ru	Konovalov Vladimir B. , doctor of economics, professor, Deputy Head of The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: vlad.conovalov@yandex.ru
Литвинова Наталья Борисовна , доктор педагогических наук, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: skarlet27@list.ru	Litvinova Natalia B. , doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaitsky e-mail: skarlet27@list.ru
Лопатин Николай Владимирович , адъюнкт, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: Lopatin.08@mail.ru	Lopatin Nikolay V. , post-graduate student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics, e-mail: Lopatin.08@mail.ru
Митрахович Вячеслав Александрович , доктор педагогических наук профессор, профессор кафедры гуманитарных и социально-	Mitrakhovich Vyacheslav A. , Doctor of Pedagogy senior lecturer, Professor at Humanities and the socio-economic Disciplines, Military Order of

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
экономических дисциплин, Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru	Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru
Никитин Николай Александрович , преподаватель-методист отделения информатизации учебного процесса отдела технологий открытого образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России» e-mail: nikitin.n@igps.ru	Nikitin Nikolai A. , instructor-methodologist of the department of informatization of the educational process of the department of open education technologies, St. Petersburg University Of the state fire service of EMERCOM of Russia. e-mail: nikitin.n@igps.ru
Печников Андрей Николаевич , доктор педагогических наук, доктор технических наук, профессор, профессор 1 кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного. e-mail: pan287@yandex.ru	Pechnikov Andrey N. , Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the 1st Department of Humanities and Socio-Economic Disciplines, Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny. e-mail: pan287@yandex.ru
Прензов Алексей Владимирович , заместитель начальника кафедры фортификации и специальных сооружений, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО e-mail: prenzov@mail.ru	Prenzov Alexey V. , Deputy Head of the Department of Fortification and Special Structures, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: prenzov@mail.ru
Росляков Евгений Михайлович , кандидат технических наук профессор, доцент кафедры, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: roslem@yandex.ru	Roslyakov Evgeny M. , Candidate of Technical Sciences, Professor, assistant professor of the Department, Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky e-mail: roslem@yandex.ru
Саркисов Сергей Владимирович , начальник кафедры, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ser-sark@yandex.ru	Sarkisov Sergey V. , head of the department MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ser-sark@yandex.ru
Саркисова Екатерина Анатольевна , соискатель, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ekaterishk@yandex.ru	Sarkisova Ekaterina A. , the applicant, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ekaterishk@yandex.ru
Селезнев Геннадий Николаевич , главный инженер, ООО «Спецтранс».	Seleznev Gennady N. , Chief Engineer, LLC "Spetstrans".
Сорокин Никита Васильевич , курсант, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: Sorokin1999nikita@gmail.com	Sorokin Nikita V. , cadet, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: Sorokin1999nikita@gmail.com
Сухарь Геннадий Анатольевич , кандидат технических наук, ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, доцент кафедры	Suchar Gennady A. , Candidate of Technical Sciences, MI(E) VAMTO named after army General A.V. Khrulev, associate professor, Department of

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
электроснабжения, электрооборудования и автоматики, e-mail: g-suxar@mail.ru	power supply, electrical equipment and automation, e-mail: g-suxar@mail.ru
Тупицин Юрий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: nordman14056@yandex.ru	Tupitsin Yuri E., candidate of technical sciences, assistant professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: nordman14056@yandex.ru
Федоров Александр Борисович, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры Военного института (инженерно-технического) ВА МТО. e-mail: fabfop@mail.ru	Fedorov Alexander Borisovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Support Systems, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: fabfop@mail.ru
Чистяков Артур Эдуардович, руководитель Департамента эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций Министерства обороны Российской Федерации (19100, г. Москва, Б.Козловский пер., д.6)	Chistyakov Artur E., Head of the Department of Operational Maintenance and Provision of Public Utilities for Military Units and Organizations of the Ministry of Defense of the Russian Federation (6, B. Kozlovsky Lane, Moscow, 19100)
Эль-Салим Суад Зухер, доктор физико-математических наук, преподаватель, Военный институт(инженерно-технический) ВА МТО e-mail: suad-olka@yandex.ru	El-Salim Suad Z., doctor of Physical and Mathematical Sciences, lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: suad-olka@yandex.ru

