

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №4(18)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №4(18)	
Содержание	1	Contents	
Редакционная коллегия	2	Editorial Board	
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	3	Design, construction and reconstruction of military facilities	
<i>Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н. В., Сеникович М. А.</i>	3	<i>Ignatchik V.S., Ignatchik S.U., Kuznetsova N.V., Senyukovich M.A.</i>	
Методика выявления неучтенных притоков сточных вод в системах водоотведения объектов военной инфраструктуры		Methods for unaccounted waste water flows In the water distribution systems of the objects of the military infrastructure	
<i>Коваленко И.А., Никонова Н. В., Винокуров П.В.</i>	9	<i>Kovalenko I.A., Nikonova N.V., Vinokurov P.V.</i>	
Моделирование гидравлических демпферов		Modeling of a hydraulic damper by the sum of viscous and dry friction dampers	
<i>Жогликов О. В., Дубинин С. Г., Черемисин С.З.</i>	13	<i>Zhoglikov O. V., Dubinin S. G., Cheremisin S. Z.</i>	
Анализ состояния механика-водителя на основе электрокардиограмм		Analysis of the driver's condition based on an electrocardiogram	
<i>Кащеев Р.Л., Прокофьев В.Е., Янович К.В.</i>	24	<i>Kascheev R.L., Prokofiev V.E., Yanovich K.V.</i>	
Инновационное решение получения электрической энергии из твердых коммунальных отходов		Innovative electric energy getting solution from solid municipal waste	
<i>Продоус О.А., Шипилов А.А., Иевлева Н.Е.</i>	31	<i>Prodous O.A., Shipilov A.A., Ievleva N.E.</i>	
Схемные решения защиты магистральных водоводов от гидравлического удара		Schematic solutions for protection of main water pipelines from water hammer	
<i>Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Винокуров П.В., Гринев А.П.</i>	40	<i>Konovalov V.B., Sarkisov S.V., Vinokurov P.V., Grinev A.P.</i>	
Математическая модель оценки величины гидравлического удара в напорных трубопроводах канализационных насосных станций		Mathematical modeling of the estimate of the magnitude of the water hammer in pressure pipelines of sewage pumping stations	
Теория воинского обучения и воспитания	49	Theory of military training and education	
<i>Спирин А. П., Митрахович В.А.</i>	49	<i>A. P. Spirin, V. A. Mitrakhovich</i>	
Критериальные основания формирования у курсантов военных вузов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности		Criteria for the formation of the attitude of cadets of military universities to the Russian national identity as a professional value	
<i>Остроумова Ю.С.</i>	57	<i>Ostroumova Yu. S.</i>	
Результаты пилотажного исследования внедрения кейс-метода в практику изучения дисциплины «Физика» в военном техническом вузе		Results of a pilot study of the implementation of the case method in the practice of studying the discipline «Physics» in a military technical university	
<i>Борисов А.А., Сорокин Н.В., Борисова Д.В.</i>	63	<i>Borisov A.A., Sorokin N.V., Borisova D.V.</i>	
Применение методов математической статистики для исследования взаимосвязи различных показателей в педагогической и психологической практике специалистов Министерства обороны Российской Федерации		Application of mathematical statistics methods to study the relationship of various indicators in the pedagogical and psychological practice of specialists of the Ministry of Defense of the Russian Federation	
Сведения об авторах	68	Information about the authors	
Правила оформления, направления и рецензирования рукописей в журнале «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»	71	Rules of registration, send to the editor and review manuscripts in the journal "MILITARY ENGINEER"	

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

Кащеев 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;

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 .05.07.2021	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 06.07.2021	Печать офсетная
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Зотов А.С.	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ № 3145.
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, телефон 8(812)7198786, e-mail: me_journal@mail.ru, страница журнала на сайте: http://viit.spb.ru/military_engineer/

Журнал «**ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР**» 2020, №3 (№17)

УДК 355.7:621.314.222

*Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н. В., Сеньюкович М. А.,
Ignatchik V.S., Ignatchik S.U., Kuznetsova N.V., Senyukovich M.A.*

**Методика выявления неучтенных притоков сточных вод в системах водоотведения
объектов военной инфраструктуры**

**Methods for unaccounted waste water flows In the water distribution systems of the objects of
the military infrastructure**

Аннотация. В настоящее время в связи с изменением климата фактическое среднее количество сверхрасчетных дождей превышает расчетное примерно в 15 раз. В результате уровень воды в канализации выходит на поверхность и подтапливаются территории. В этих условиях наиболее оптимальным решением проблемы является проведение предварительного гидравлического обследования системы водоотведения на предмет поиска балластных вод (притоков водоемов, грунтовых вод и т.п.), ликвидация которых образует резерв их производительности. Разработана и апробирована на практике методика такого обследования.

Ключевые слова. Поверхностный сток, общесплавные системы водоотведения, узлы измерения расходов, производительность

Annotation. At present, due to climate change, the actual average amount of over-calculated rainfall exceeds the calculated one by about 15 times. As a result, the water level in the sewage system comes to the surface and the territories are heated. Under these conditions, the most optimal solution to the problem is to conduct a preliminary hydraulic survey of the drainage system for the search for ballast water (inflows of reservoirs, groundwater, etc.), the elimination of which forms a reserve of their productivity. The technique of such a survey has been developed and tested in practice.

Keywords. Surface runoff, common water drainage systems, flow measurement units, productivity

На объектах Минобороны России с целью предотвращения затопления территорий дождевыми и талыми водами эксплуатируется 9 тыс. систем водоотведения [1-5]. Они принимают сточные воды от следующих источников образования: централизованного водопровода и других источников водоснабжения, промывных вод водопроводных станций, инфильтрата, поверхностного стока, снегоплавильных камер и субабонентов. Расчетными нормативными параметрами при проектировании таких систем являются:

- интенсивность расчетного дождя (q).
- среднее количество сверхрасчетных дождей в году (n). Для гарнизона Санкт-Петербурга среднее значение $n=2$.

Однако, в связи с изменением климата фактическое среднее количество сверхрасчетных дождей превышает расчетное примерно в 15 раз. В результате в периоды их выпадения уровень воды в канализации выходит на поверхность, подтапливаются территории. Масштабы таких подтоплений растут. В таких ситуациях, с целью увеличения производительности проводят реконструкцию эксплуатируемых систем водоотведения [6].

Однако, в этих условиях наиболее оптимальным решением является проведение предварительного гидравлического обследования системы водоотведения на предмет поиска балластных вод (притоков водоемов, грунтовых вод и т.п.), ликвидация которых образует резерв их производительности [7 - 14]. Методика такого обследования (методика выявления балластных притоков) включает в себя выполнение следующих этапов [15]:

1. Предварительное выделение из множества сетей водоотведения отдельных непересекающихся зон и оборудование их узлами учёта расходов сточных вод, установленных на выходах из них, см. рис. 1;

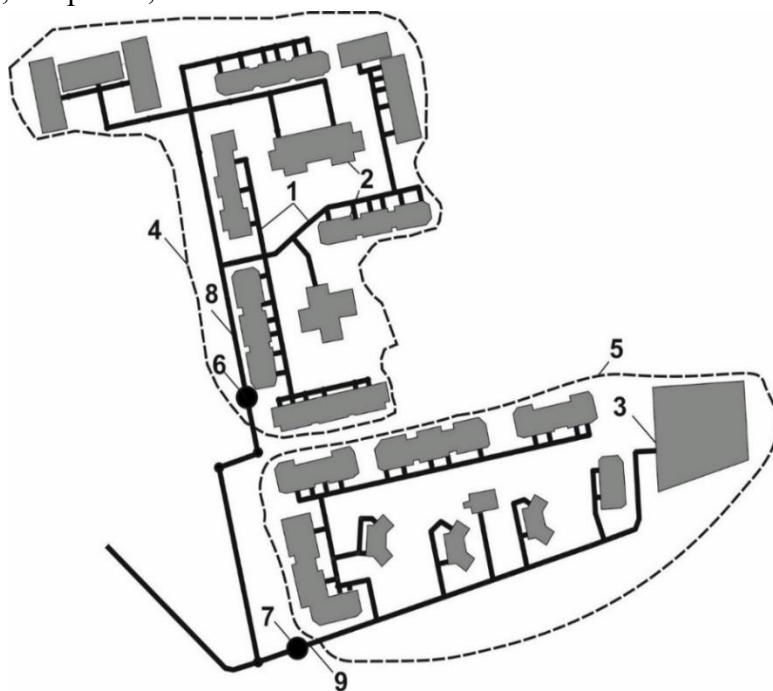


Рис. 1. Система водоотведения

1 – сети водоотведения; 2 – абоненты; 3 – котельная; 4, 5 – зоны; 6, 7 – узлы учета расхода сточных вод; 8, 9 – выходы из зон.

2. Определение водопотребления в зонах $V_k^{\text{водопотребл.}}$ на всех интервалах времени k , получаемое посредством выборки значений из базы данных водопотребления абонентов централизованной системы водоотведения [16];

3. Определение водоотведения в зонах $V_k^{\text{водоотвед.}}$, получаемое посредством обработки данных от средств вывода информации узлов учёта расхода сточных вод [17], см. рис. 2;



Рис. 2. Пример установки узла учета расходов сточных вод в канализационном колодце

4. Оценка объема $H_k^{\text{осадков}}$ атмосферных осадков в зонах на всех интервалах времени k , получаемых посредством обработки данных от датчиков количества атмосферных осадков [18, 19];

5. Определение водоотведения в зонах от индивидуальных источников водоснабжения $V_k^{\text{водоотвед.и.и.}}$;

6. Формирование зональных баз данных, содержащих поля данных интервалов времени k , водопотребления $V_k^{\text{водопотребл.}}$, водоотведения $V_k^{\text{водоотвед.}}$, водоотведения от индивидуальных источников водоснабжения $V_k^{\text{водоотвед.и.и.}}$, объемов атмосферных осадков $H_k^{\text{осадков}}$;

7. Формирование первичной выборки данных из зональных баз данных по условию равенства нулю объема атмосферных осадков за предыдущие и текущие сутки. Таким образом, из зональных баз данных удаляются суточные записи с мокрой погодой. В качестве примера результаты выборки данных для зоны 4 в течение трех сухих суток представлены на рис. 3 и рис. 4;

8. Формирование минимальных фактических значений объемов водоотведения в зонах $V_{\Delta t, \min}^{\text{водоотвед.,h}}$ за каждый интервал времени Δt в течение сухих суток. Например,

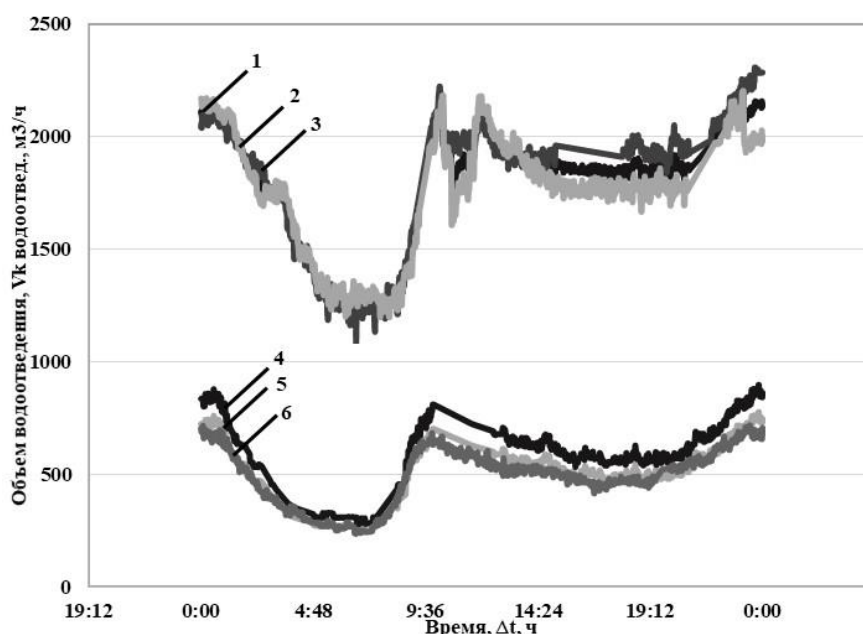


Рис. 3. Результаты выборки данных для зон 4 и 5

1 – в первые сутки для зоны 5; 2 – во вторые сутки для зоны 5; 3 – в третьи сутки для зоны 5; 4 – в первые сутки для зоны 4; 5 – во вторые сутки для зоны 4; 6 – в третьи сутки для зоны 4.

$V_{\Delta t, \min}^{\text{водоотвед.,4}} = \min (V_{\Delta t,1}^{\text{водоотвед.,4}}, V_{\Delta t,2}^{\text{водоотвед.,4}}, \dots, V_{\Delta t,k}^{\text{водоотвед.,4}}, \dots, V_{\Delta t,n}^{\text{водоотвед.,4}}),$
 $V_{\Delta t, \min}^{\text{водоотвед.,5}} = \min (V_{\Delta t,1}^{\text{водоотвед.,5}}, V_{\Delta t,2}^{\text{водоотвед.,5}}, \dots, V_{\Delta t,k}^{\text{водоотвед.,5}}, \dots, V_{\Delta t,n}^{\text{водоотвед.,5}}), k = 1, 2, \dots, n,$
 $V_{\Delta t,k}^{\text{водоотвед.,4}}, V_{\Delta t,k}^{\text{водоотвед.,5}}$ - фактические значения объемов водоотведения на выходах из зон 4, 5 в интервалы времени k продолжительностью Δt ;

9. Гидравлическое моделирование зон 4 и 5. Их результаты представлены на рис. 4 и рис. 5;

10. Определение степени отклонения объемов водоотведения в зонах путем формирования коэффициентов отклонения, которые определяются путем деления минимальных фактических значений объемов водоотведения в зонах 4, 5 $V_{\Delta t, \min}^{\text{водоотвед.,4}}, V_{\Delta t, \min}^{\text{водоотвед.,5}}$ на расчетные значения объемов водоотведения в зонах 4, 5 на каждом интервале

продолжительностью Δt . Результаты представлены на рис. 6;

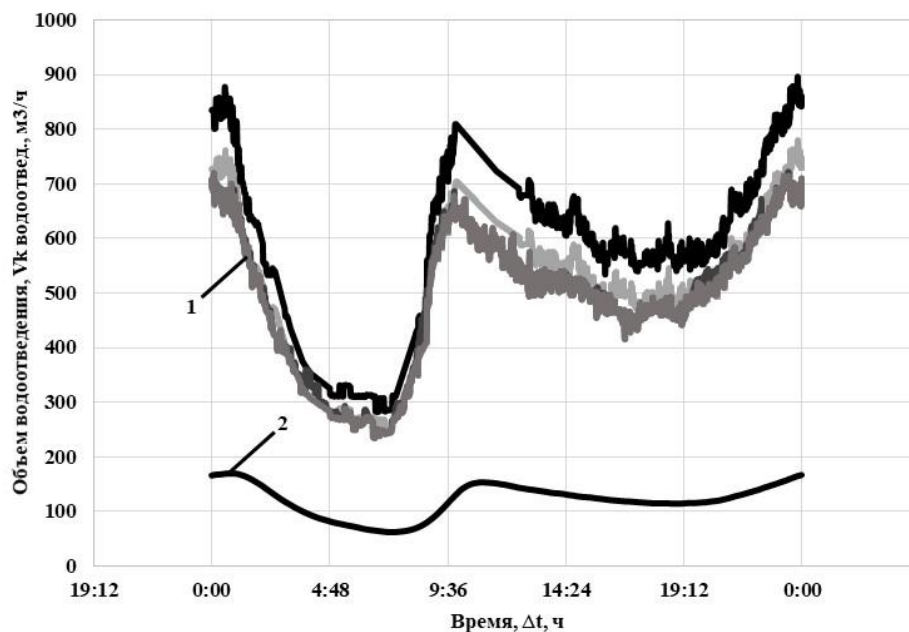


Рис. 4. Результаты гидравлического моделирования зоны 4

1 – минимальные фактические значения объемов водоотведения в зоне 4; 2 – результаты гидравлического моделирования зоны 4.

1. Сравнение коэффициентов отклонения и определение наибольших коэффициентов. Например, результаты сравнения коэффициентов отклонения зон 4 и 5 показывают, что в зоне 5 предположительно существуют балластные притоки сточных вод. После этого выполняется поиск перспективных

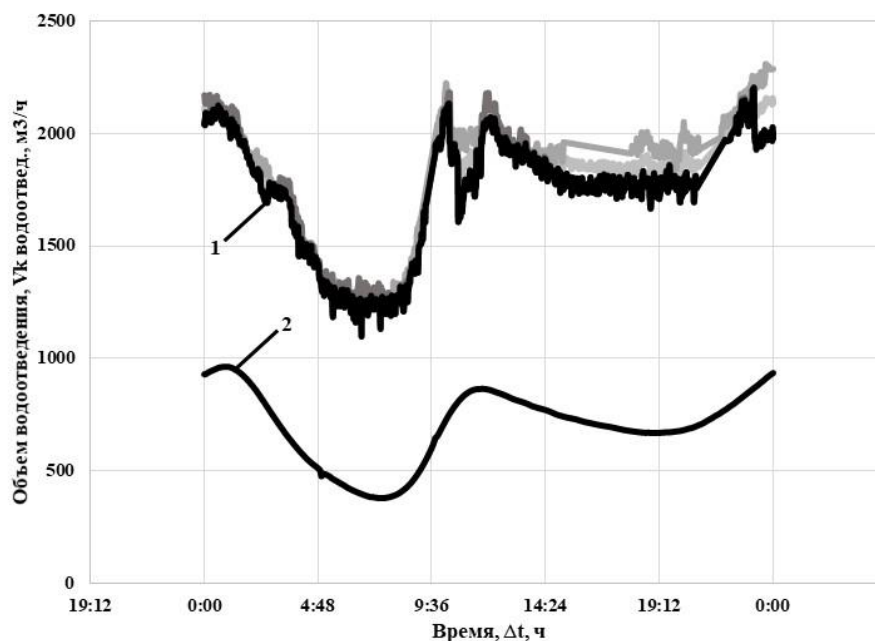


Рис. 5. Результаты гидравлического моделирования зоны 5

1 – минимальные фактические значения объемов водоотведения в зоне 5; 2 – результаты гидравлического моделирования зоны 5.

абонентов в зоне 5. В данном примере это - котельная 3, что подтверждается результатами сравнения измеренных значений водоотведения с расчетными.

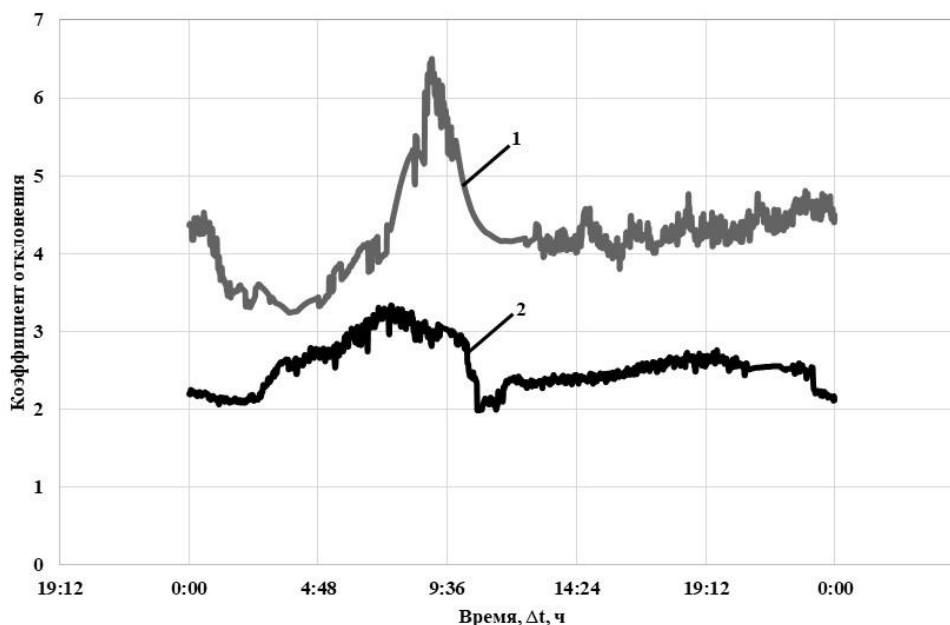


Рис. 6. Результаты формирования коэффициентов отклонения в зонах
 1 — для зоны 5; 2 — для зоны 4.

Выводы

1. Одним из направлений приведения в соответствие эксплуатируемых систем водоотведения требованиям природоохранного законодательства является выявление балластных притоков сточных вод, ликвидация которых образует резерв их производительности;
2. Разработана и апробирована на практике методика выявления балластных притоков, новизна которой заключается в выделении независимых зон, формирование зональных баз данных притоков в сухую погоду и определение коэффициентов отклонения фактических расходов от расходов, полученных в результате гидравлического динамического моделирования;
3. Применение разработанной методики позволяет сократить объемы проводимых полевых измерений фактических расходов сточных вод и сократить продолжительность исследований.

Список литературы

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
2. Российская Федерация. Федеральный закон от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) «Водный кодекс Российской Федерации».
3. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 644 (ред. от 26.07.2018) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
4. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения», - М: 2014 г. – 97 с.
5. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М., Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2015. 146 с.

6. Чупин Р. В. Модели и методы развития и реконструкции централизованных систем водоотведения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук. – ПГАСУ. 2019 г. – 52 с.
7. Кармазинов Ф. В., Игнатчик В.С., Кузнецов П. Н. Оптимизация систем водоснабжения и водоотведения // Вода и экология: проблемы и решения. 2016. № 4. С. 26–35.
8. 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.
9. Коновалов В.Б., Игнатчик В.С., Кузнецов Н.И., Спиваков М.А. Направления совершенствования систем поверхностного стока военных аэродромных комплексов. Актуальные проблемы военно- научных исследований. Сборник научных трудов / под редакцией В.Б. Коновалова, - СПб.: ПОЛИТЕХ – ПРЕСС, 2019. С. 10-19.
10. Результаты исследования напорных режимов канализационных коллекторов / С.Ю. Игнатчик, Н. В. Кузнецова, А.Я. Феськова, М.А. Сеньюкович // Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – № 4 (80). – С. 88–95.
11. Обоснование метода оценки климатических параметров ливневых дождей по данным комплекса осадкомеров (в порядке обсуждения) / С.Н. Волков, А.И. Житенев, Ю.А. Курганов и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 7. – С. 2–9.
12. Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н.В., Сеньюкович М.А. Результаты оценки эффективности механизмов устранения затоплений территорий поверхностными сточными водами // Военный инженер, СПб, 2020. - № 2 (16). -с. 13-19.
13. Булат Р.Е., Саркисов С.В., Вакуненко В.А. Повышение эффективности функционирования жилищно-коммунального хозяйства Министерства обороны Российской Федерации // Военный инженер. - 2018. № 4 (10). С. 32-39.
14. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Вакуненко В.А., Мусатов В.И., Последствия воздействий террористических групп на системы жизнеобеспечения населенных пунктов. // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 3-4 (129-130) – СПб – 2019 г. – С. 78-82.
15. Патент на изобретение RU 2740408 С1. Система выявления балластных притоков сточных вод / Чистяков А.Э., Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Кузнецова Н.В., Сеньюкович М.А., Кириленко В.И., Мусатов В.И., Путилин П.А., Гринев А.П.
16. Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Гринев А.П. Графоаналитический способ определения расхода воды// Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - № 2. - С. 49-52.
17. 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.
18. Саркисов С.В. Вероятностно-технологический метод прогнозирования изменения параметрических характеристик функционирования системы водоснабжения // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. - 2017. № 657. С. 125-130.
19. Гринев А.П., Литвинова Н.Б., Саркисов С.В. Практическое применение методики определения колебания расхода сточных вод при эксплуатации насосных станций Западного военного округа // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. - 2019. №669. С. 187-195.

Моделирование гидравлического демпфера суммой демпферов вязкого и сухого трения

Modeling of a hydraulic damper by the sum of viscous and dry friction dampers

Аннотация. Представлена схема устройства гидравлического демпфера и описан принцип его работы. Рассмотрены экспериментальные петли гистерезиса подобных демпфирующих устройств, приведено уравнение, описывающее силу трения в гидравлическом демпфере. Выполнено математическое моделирование уравнения выражениями для сил трения.

Abstract. The scheme of the hydraulic damper device is presented and the principle of its operation is described. Experimental hysteresis loops of similar damping devices are considered, an equation describing the friction force in a hydraulic damper is given. Mathematical modeling of the equation by expressions for friction forces is performed.

Ключевые слова. Сейсмоизоляция, гидравлический демпфер, петля гистерезиса, демпфер сухого трения, демпфер вязкого трения.

Key words. Seismic isolation, hydraulic damper, hysteresis loop, dry friction damper, viscous friction damper

В настоящее время все более широкое распространение получают системы специальной сейсмозащиты зданий и сооружений, включающие различного рода демпфирующие устройства [1]. Примеры такого рода устройств показан на рис. 1. Большая часть применяемых демпферов детально тестируется и при поставке имеет паспортную петлю гистерезиса.



Рис.1. Примеры демпфирующих устройств: а) и б) гистерезисный демпфер в работе и на складе, в) резинометаллическая опорная часть со свинцовым сердечником, г) гидравлический демпфер

Экспериментальный вид этой петли показан на рисунке 2.

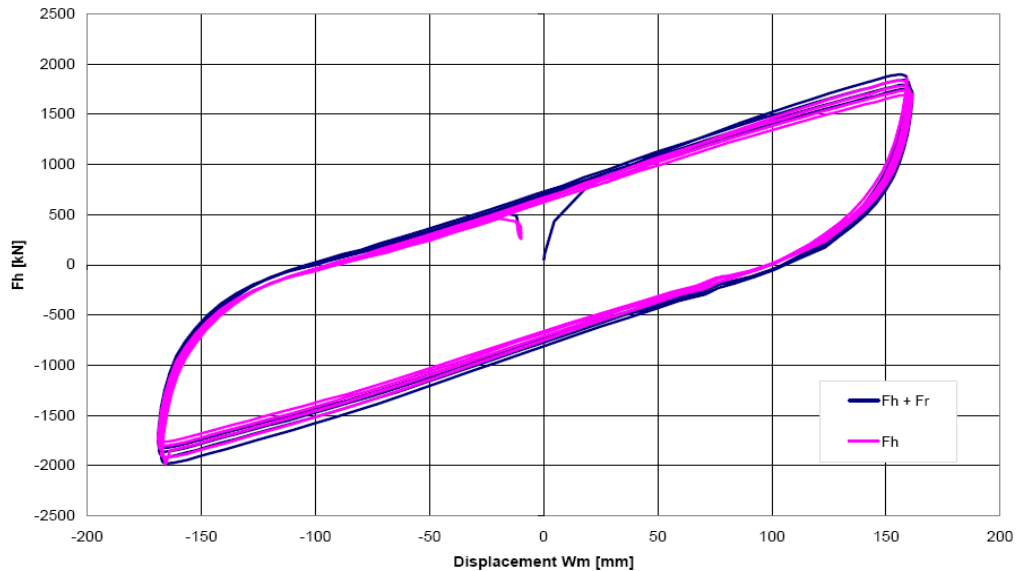


Рис.2. Экспериментальный вид петли гистерезиса

Для описания экспериментальных петель гистерезиса их неупругую часть описывают следующим уравнением:

$$Q = b|\dot{q}|^{\alpha} \text{sign}(\dot{q}) \quad (1)$$

Здесь Q – сила сопротивления, b и α - характеристики демпфера, $\dot{q}$ - скорость смещения в демпфере. При $\alpha=0$ из уравнения (1) получаем сухое трение, а при $\alpha=1$ – вязкое.

При этом для сил сопротивления получается петля гистерезиса, показанная на рис. 3.

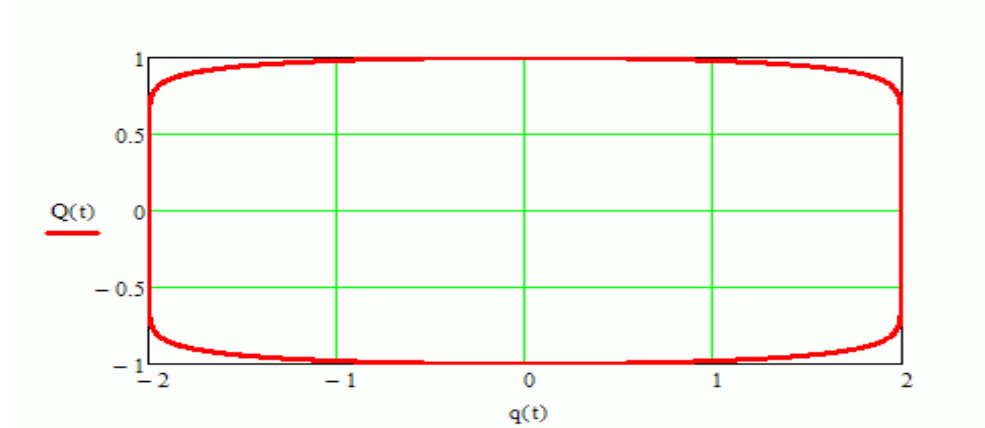


Рис.3. Петля гистерезиса для силы сопротивления

Представление (1) вызывает определенные сложности при численном анализе сейсмических колебаний систем.

В бывшем СССР для расчета систем разработаны программные средства, в которых предусмотрены демпферы сухого и вязкого трения [2],[3].

Системы такого класса относятся к кусочно-линейным системам релейного типа. В любой момент времени нелинейные связи системы – демпферы сухого трения (ДСТ) – подобно реле, могут находиться в одном из двух состояний: демпфер открыт (скользит) или закрыт (заклинен); выключающаяся связь цела или разрушена; зазор ограничителя перемещений открыт или закрыт. Если система содержит n таких связей, то состояние системы описывается вектором длины n , состоящим из 0 и 1. Если на k -ом месте вектора стоит 1, то k -ая связь закрыта, если на k -ом месте стоит 0, то соответствующая связь открыта. Например,

система с тремя ДСТ и вектором состояний $\vec{V} = \{101\}$, имеет два закрытых демпфера (первый и третий) и один открытый. Если вектор состояний рассматривать как двоичное представление числа, то каждому состоянию системы однозначно присваивается его номер. В рассмотренном примере этот номер $s=5$. Наибольший номер состояния системы $s_{max}=2n-1$ соответствует состоянию с полностью закрытыми связями, наименьший номер $s_{min}=0$ соответствует состоянию со всеми открытыми связями. Таким образом система может находиться в одном из $2n$ состояний.

Уравнение движения системы с демпферами сухого трения в состоянии s имеет вид:

$$M\ddot{q} + B\dot{q} + Cq = Vp(t) + P_1 + P_2 \quad (2)$$

здесь M , B , C – матрицы инерции, демпфирования и жесткости в состоянии s . $Vp(t)$ – обобщенная сила, соответствующая внешней нагрузке; P_1 – обобщенная сила, соответствующая нагрузке от сил трения в открытых ДСТ, P_2 – обобщенная сила, соответствующая нагрузке от сил, вызванных остаточными смещениями в закрытых ДСТ.

В программных средствах [4] производится точное или приближенное разложение движения (2) по формам колебаний и последующее интегрирование методом Дюамеля.

Для использования программных средств расчета систем с ДСТ к расчету систем с нелинейными демпферами возникает необходимость моделирования демпфера с силой сопротивления (1) в виде двух простых демпферов: демпфера вязкого трения с показателем вязкого демпфирования β и демпфера сухого трения с коэффициентом трения f .

Математически эту задачу можно поставить следующим образом: аппроксимировать выражение $b|\dot{q}|^\alpha \text{sign}(\dot{q})$ выражением $\beta\dot{q} + f\text{sign}(\dot{q})$. Используя равенство $\dot{q} = |\dot{q}|\text{sign}(\dot{q})$, эта задача записывается в виде:

$$b|\dot{q}|^\alpha \text{sign}(\dot{q}) \approx (\beta|\dot{q}| + f)\text{sign}(\dot{q}). \quad (3)$$

Критерием аппроксимации является совпадение петель гистерезиса для сил сопротивления обеих частей приближенного равенства (3).

I. Решение сформулированной задачи осуществляется минимизацией квадрата разницы правой и левой частей соотношения (3) на гармонических колебаниях $\dot{q} = \dot{q}_0 \sin \omega t$ за период колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega}$:

$$\Phi = \int_0^T (b|\dot{q}|^\alpha - \beta|\dot{q}| - f)^2 dt \rightarrow \min \quad (4)$$

откуда следует:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \beta} &= -2 \int_0^T |\dot{q}|(b|\dot{q}|^\alpha - \beta|\dot{q}| - f) dt = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial f} &= -2 \int_0^T (b|\dot{q}|^\alpha - \beta|\dot{q}| - f) dt = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Система (5) представима в виде:

$$\begin{cases} \beta I_2 + f I_1 = B I_{\alpha+1} \\ \beta I_1 + f I_0 = B I_\alpha \end{cases}, \quad (6)$$

где $I_\gamma = \int_0^T |\dot{q}|^\gamma dt$, причем $I_0 = T$.

Решение системы (6) имеет вид:

$$\begin{cases} \beta = b \frac{I_{\alpha+1}T - I_\alpha I_1}{I_2 T - I_1^2} \\ f = b \frac{I_\alpha I_2 - I_{\alpha+1} I_1}{I_2 T - I_1^2} \end{cases}. \quad (7)$$

Проведенные расчеты показали, что подходы I и II с высокой степенью точности аппроксимируют зависимость (1). При сравнении петель гистерезиса, построенных по

формулам (1), (7) (рис. 3) установлено, что наибольшую погрешность подход I имеет в средней части петли $0.2 < |\dot{q}| < 0.8$, а подход II – при $|\dot{q}| \approx 1$, при этом различие в смещениях и ускорениях реальных сооружений не превышает 3%.

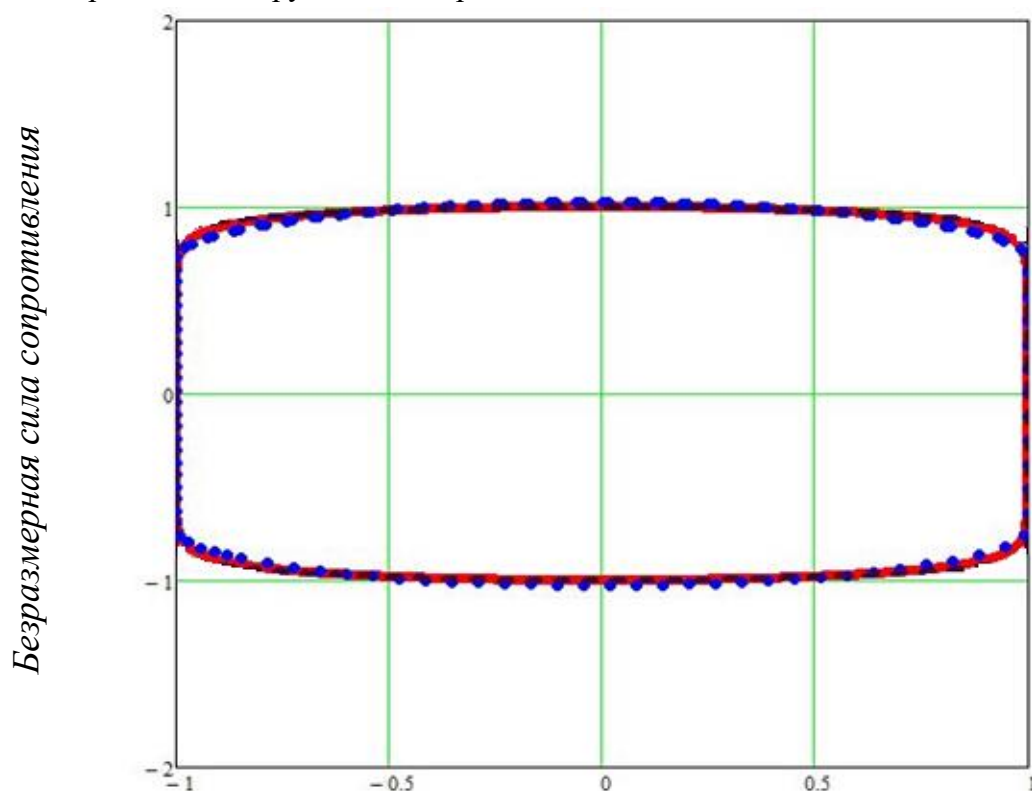


Рис. 3. Эмпирическая (сплошная) и аппроксимирующие петли гистерезиса, точечная кривая – по формуле (7)

Предлагаемые математические модели нелинейных демпферов позволяют эффективно использовать существующие программные средства для анализа сейсмических колебаний сооружений.

Список литературы

1. Skiner R.I., Robinson W.H., McVerry G.H. An introduction to seismic isolation. New Zealand. John Wiley & Sons.1993, 353p.
2. Уздин А.М., Ирзахметова И.О. Методика расчета кусочно-линейных систем на сейсмические воздействия. // Э-И. ВНИИТПИ. Сер. “Сейсмостойкое строительство”, Вып. 5-6., 1994, с.63-69.
3. Гордеев Ю.В., Кузнецова И.О. Моделирование устройств специальной сейсмозащиты кусочно-линейными системами// Э-И. “Сейсмостойкое строительство”, Вып.4, 1996, с. 37-41.
4. Долгая А.А., Индейкин А.В., Уздин А.М. Теория диссипативных систем. СПб, ПГУПС, 1999, 99с.

Анализ состояния механика-водителя на основе электрокардиограмм

Analysis of the driver's condition based on an electrocardiogram

Аннотация. Настоящая работа посвящена анализу электрокардиограммы водителей, снятой при выполнении упражнений на тренажерах в момент движения по различным участкам трассы в сложных условиях рельефа местности, методами нелинейной динамики. Исследования проведены на основе модельных данных, входящих в базу «Conan». Для формирования однозначного образа, соответствующего состоянию водителя, применены методы, характерные для динамики нелинейных систем. Проведены первичные преобразования, повышающие стабильность и амплитуду исходных сигналов электроэнцефалограммы и ЭКГ измерений.

Annotation. This work is devoted to the analysis of the electrocardiogram of drivers by methods of nonlinear dynamics when performing exercises on simulators at the time of movement on various sections of the route in difficult terrain conditions. The research was conducted on the basis of data included in the Conan database. To form an unambiguous image corresponding to the driver's condition, methods typical for the dynamics of nonlinear systems. Are applied and primary transformations are performed that increase the stability and amplitude of the initial signals of the electroencephalogram and ECG measurements.

Ключевые слова. Нелинейная динамика, аттрактор, размерность, оператор, обучение, инструктор, механик-водитель, курсант, тренажер.

Keywords. Nonlinear dynamics, attractor, dimension, operator, training, instructor, driver mechanic, cadet, simulator.

Введение

Повышение квалификации механиков-водителей танков в современных условиях требует совершенствования методических и технических средств подготовки личного состава, используемых в Вооруженных силах Российской Федерации. Наиболее эффективным средством формирования и полученных знаний, умений и навыков, необходимых механикам-водителям танков в боевых и повседневных условиях деятельности, являются тренажеры вождения.

В общем виде тренажер представляет собой упрощенную функциональную модель реального танка и условий его применения, используемых в целях обучения. Проведенный анализ существующих подходов к оценке эффективности тренажеров свидетельствуют об отсутствии единой системы количественной оценки.

На практике и во многих исследованиях принято психофизическое состояние оценивать интроспективно, с помощью специализированных опросников, без привлечения

физиологических методик. Такой подход искажает общую картину и не позволяет выделить причинно-следственные связи изменения состояния.

В настоящее время известен ряд работ [1, 2], в которых для оценки психического и психофизического состояния применяются методы неинвазивной диагностики. К таким методам относятся метод снятия электрокардиограмм (далее – ЭКГ), определения электроэнцефалограмм (далее – ЭЭГ), компьютерная томография (далее – КТ) и сенсорный контроль физиологических показателей.

Настоящая работа посвящена анализу ЭКГ механиков-водителей методами нелинейной динамики при управлении танком в движении по прямому участку и на протяженных поворотах повышенной сложности.

Аппаратный метод контроля с применением неинвазивного контроля значительно повышает качество оценки психофизического состояния механика-водителя, чем тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и навыки.

Метод исследования

Электрокардиограмма представляет собой запись электрических потенциалов, снимаемых с поверхности тела человека и отражающих электрические процессы, происходящие в сердце на протяжении всех фаз сердечного цикла. Возбуждение сердца не производится непосредственно центральной нервной системой (как это имеет место для большинства других систем иннервации мышц), оно осуществляется синусным узлом, или стимулятором пульса, который представляет собой специальную группу возбудимых клеток. Сердце способно спонтанно активироваться и вырабатывать электрические импульсы, соответствующие различным состояниям человека [2, 3].

Изменения сердечного ритма вызываются патологическими изменениями автоматизма и проводимости сердца, либо некоторыми внешними воздействиями техногенного характера, способными нарушить работу сердца.

Общим свойством систем кардиологического наблюдения является необходимость автоматической обработки продолжительных непрерывных реализаций электрофизиологических сигналов. При этом обработка должна выполняться либо в режиме реального времени, либо в некотором ускоренном режиме (как пример можно привести анализ накопленных данных в холтеровских системах) [3,4].

В работе исследованы три группы водителей различного класса вождения: водитель – инструктор по вождению, механик-водитель и курсант, обучающийся на тренажере. Исследования проведены на основе записей базы данных «Conan», элементы которой параллельно с записью электроэнцефалограмм фиксируются сигналы ЭКГ, записанные по клинической системе отведений – два отведения на конечности и два грудных отведения.

База «Conan» содержит записи ЭЭГ с дополнительно снятой ЭКГ для групп водителей различной квалификации. Выборки базы данных «Conan» содержат записи реципиентов, снятых для различных скоростных ситуаций, имеющих место при вождении: вхождение в поворот, движение по прямолинейному участку дороги - на высокой, средней и низкой скорости движения.

Обработка записей базы проведена с помощью специализированных программ «Conan» и «Fractan». С помощью программы «Conan» выделены необходимые каналы записи ЭКГ-сигналов и преобразованы в формат данных (*.dat). Записи обработаны по алгоритму первичных преобразований и транслированы в систему «Fractan», в которой рассчитаны

хаотические характеристики и построены динамические предельные траектории – аттракторы для каждого водителя.

Сигнал ЭКГ, записанный при контроле состояния механиков-водителей, подвержен различным аппаратным и внешним искажениям, которые необходимо отфильтровывать с применением различных фильтров. Зачастую искаженные исходные сигналы требуют применения дополнительных вычислительных мощностей. Для выделения и снижения искажений – артефактов, разработан алгоритм первичных преобразований, проводимых в масштабе реального времени не требующий значительных вычислительных затрат [4, 17].

Подготовительные (первичные) преобразования

Первичные преобразования выделяют первый и второй статистический момент, а также свертку функции дисперсии с функцией скорости ее изменения в реальном масштабе времени. Проведение первичных преобразований обосновано тем, что их применение повышает не только стабильность, но и амплитуду с учетом причинно-следственных связей, также применяемые преобразования являются самоподобными [4, 5].

Первичные преобразования проводятся по следующему алгоритму:

Текущее среднее в каждой точке аналитических измерений рассчитывается как $\langle \tilde{U}(t) \rangle = \frac{1}{t} \sum_{t=1}^T \tilde{U}(t)$, где t – текущее время, T – полное время измерений, $t \in \mathbb{R}$.

Соответственно, полная дисперсия рассчитывается как $Z(t) = [\tilde{U}(t) - \langle \tilde{U}(t) \rangle]^2$.

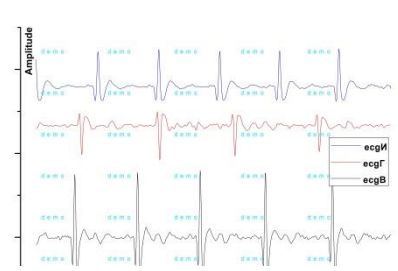
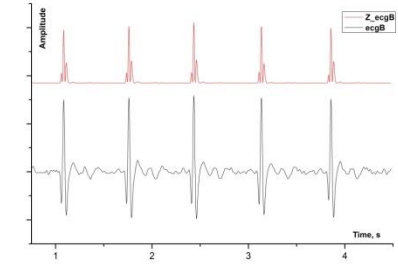
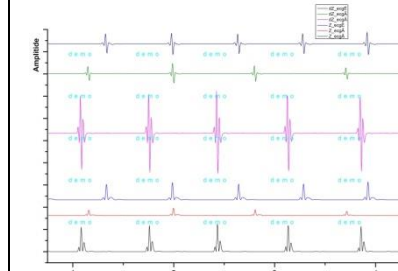
Рассчитанные значения текущего среднего и полной дисперсии однозначно определяют распределение Гаусса в каждой точке: $f(\tilde{U}) = \frac{1}{2\pi\sqrt{Z}} e^{-\frac{(\tilde{U}-\langle \tilde{U} \rangle)^2}{2Z}}$.

Полный дифференциал ZdZ представляет собой свертку функционалов $Z(t)$ и $dZ(t)/dt$. Интегрирование свертки приводит к уравнению: $ZdZ \rightarrow \int^T ZdZ \rightarrow \frac{Z^2}{2}$.

После дифференцирования $Z^2(t)$, получим: $\frac{d^2Z(t)}{dt^2} = 2Z(t) \frac{dZ(t)}{dt} = 2ZdZ$, что соответствует свертке $\frac{1}{2}ZdZ$. Производная свертки определяет изменения спектральной составляющей во времени и позволяет связать Z -преобразованный сигнал (момент второго порядка) с его кинетикой и динамикой изменения сигнала [4]. То есть, производная свертки определяется как $ZdZ^2 + Zd^2Z$, или $Z[(dZ)^2 + d^2Z]$.

Результаты первичной обработки записей ЭКГ показаны в таблице 1. Сравниваются исходные кардиограммы для водителей, инструкторов и курсантов при вождении на тренажере, записанные при движении на повороте со средней скоростью.

Таблица 1 – Сравнение исходных кардиограмм с образами статистических преобразований

Исходные записи: Инструктор по вождению Механик-водитель Курсант	Сравнение исходной ЭКГ записи и Z-образа для водителя	Z-образы и dZ-образы: Инструктор по вождению Механик-водитель Курсант
		

Первичные статистические преобразования повышают стабильность исходного сигнала ЭКГ, практически полностью устраняют аппаратные шумы и артефакты, такие как эффект поляризации электродов, приводящий к смещению нулевого уровня сигнала, квазигармонический процесс, представленный составляющими наводки напряжения промышленной частоты, артефакты смещения электродов, создающие выбросы случайной амплитуды и длительности, электрофизиологические помехи.

Однако ЭКГ записи не дают однозначного, селективно разделимого результата по анализу состояния водителей различных классов и разных внешних условиях [15]. То есть необходимо применение методов, которые позволяют повысить селективность ЭКГ контроля и формировать параметры состояния реципиента, повышающие достоверность построения образа его поведения.

Нелинейные процессы

Для формирования однозначного образа, соответствующего состоянию водителя, применены методы, применяемые в исследовании динамики нелинейных систем. То, что ЭКГ-сигнал описывает состояние реципиента в зависимости от внешних условий и выполняемых им действиях, образующих нелинейную систему, показывает, что анализ динамического хаоса является актуальным для формирования функционального образа поведения водителя.

Нелинейные системы характеризуются динамической траекторией в фазовом пространстве и размерными характеристиками – корреляционной размерностью, фрактальной размерностью, размерностью фазового пространства и показателем Херста [6].

Для экспериментальных данных размерность фазового пространства системы неизвестна и для восстановления аттрактора используется метод Такенса. При этом корреляционная размерность аттрактора $D_2(n)$ сначала возрастает, но затем выходит на постоянный уровень $D_2(n) \approx D_2$. Если же выходной сигнал динамической системы сильно зашумлен, то размерность аттрактора постоянно растет, поэтому необходимо применение первичных преобразований [4, 7].

Корреляционная размерность $D_2(\epsilon, n+1)$ связана с размерностью фазового пространства $D_2(\epsilon, n)$ следующим образом [7, 8]:

$$D_2(\epsilon, n+1) = D_2(\epsilon, n) + \frac{\epsilon e^{-\left(\frac{\epsilon}{2\sigma}\right)^2}}{\sigma \sqrt{\pi} \operatorname{erf}\left(\frac{\epsilon}{2\sigma}\right)}, \quad (1)$$

где n - размерность фазового пространства (размерность вложения), $\epsilon = \frac{r}{r_{\max}}$ - нормированный размах, σ - уровень шума (стандартное отклонение), $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ - интеграл ошибок.

Если поведение системы полностью стохастично, фазовая траектория равномерно заполняет некоторый объем фазового пространства, в этом случае аттрактор представлен размытой «точкой», соответствующей хаотическому состоянию (рисунок 1) [9].

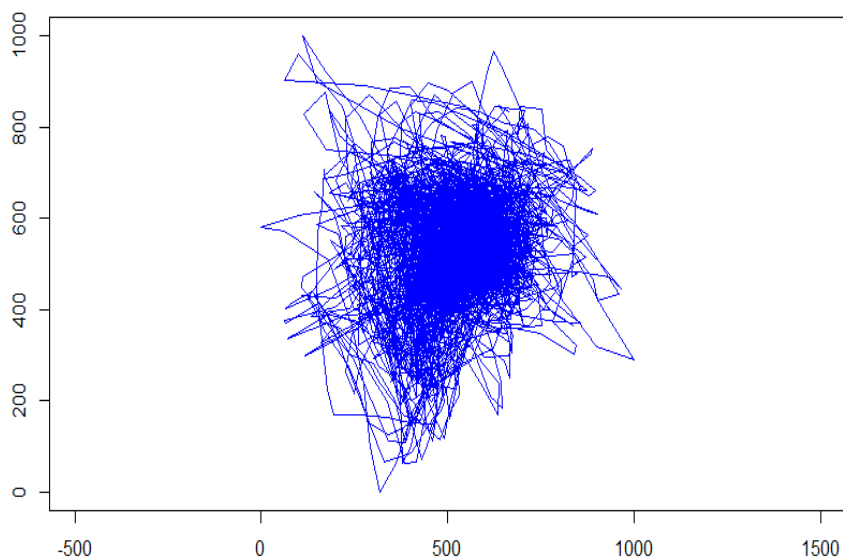


Рис. 1 – Типичная фазовая траектория, характерная для стохастической системы

Если же это детерминированный или динамически хаотичный процесс, траектория принимает вид некоторой фигуры в фазовом пространстве (таблица 2), соответствующей динамической структуре. Анализ фазового пространства позволяет наглядно выявить особенности только в случае явно выраженных различий, что снижает информативность. Схожие значения корреляционной и фазовой размерности указывают на инвариантную природу, порождающую сигнал, в данном случае – сигнал ЭКГ, измененный внешним воздействием [9, 17].

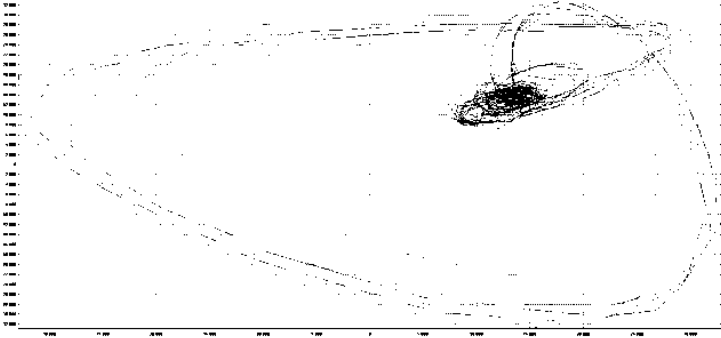
По траекториям, приведенным в таблице 2, видно, что аттракторы водителей различных уровней подготовки имеют явные визуальные отличия, но очень близки по размерным характеристикам.

Применение преобразований записей ЭКГ очевидно: аттрактор показывает, что реципиенты выполняют поворот на средней скорости, а параметры траектории однозначно соответствуют участнику движения (реципиенту) [15].

Анализ исходного сигнала показывает различие вида аттракторов, но примерно одинаковые параметры траектории, в то время как преобразованные сигналы имеют принципиально различные значения параметров.

Таблица 2 - Аттракторы, построенные по записи ЭКГ механиков-водителей, инструкторов и курсантов при вождении на тренажерах

Механик-водитель Корр. Разм. – 4,6 Фаз. Разм. – 6 Фрак. Разм. – 1,87 Пок. Херста -0,12	
--	--

Инструктор по вождению Корр. Разм. – 5,6 Фаз. Разм. – 9 Фрак. Разм. – 1,82 Пок. Херста -0,17	
Курсант на тренажере Корр. Разм. – 4,4 Фаз. Разм. – 5 Фрак. Разм. – 1,79 Пок. Херста -0,21	

В то время как предельные фазовые траектории, построенные по ЭКГ-сигналу после первичных преобразований, имеют максимально схожие аттракторы, но очень хорошо различимые динамические характеристики (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнение параметров аттракторов

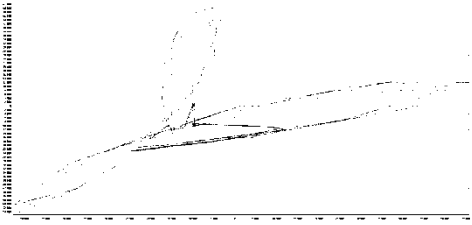
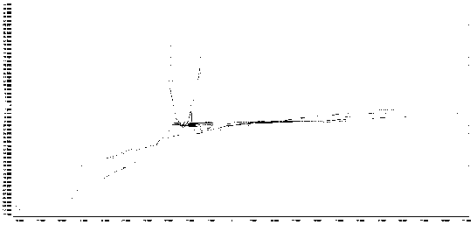
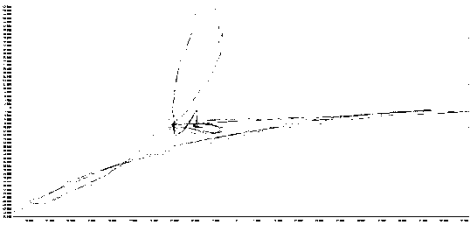
Параметр	Водитель		Инструктор		Курсант	
	Исходные	Преобразованные	Исходные	Преобразованные	Исходные	Преобразованные
Correlation	4,6	0,167	5,6	2,1	4,4	3,11
Phase	6	1	9	6	5	10
Fractal	1,87	1,7	1,82	1,7	1,79	1,7
Herst	0,12	0,3	0,17	0,3	0,21	0,3

Результаты, приведенные в таблице 3, показывают, что преобразованные записи адекватно формируют причинно-следственные связи и состояние реципиента. Корреляционная размерность растет от минимальных значений [водитель (инструктор)] в сторону максимальных значений, характерных для курсанта, при этом размерность фазового пространства у водителя равна 1, у инструктора – 6, и у курсанта – 10, что хорошо согласуется с их состоянием: водитель сосредоточен во время поворота и его корреляционная и размерность фазового пространства самые низкие. Курсант имеет максимальную размерность, так его состояние наиболее хаотично – отсутствие какого-либо риска, комфортные условия вождения, все это – расслабляющие факторы, что обуславливает более хаотичное состояние (высокие размерности), чем у водителя и инструктора. Значение показателя Херста ниже 0,5 говорит о том, что при вхождении в поворот испытуемые снижают скорость. Соответственно, фрактальные размерности, обуславливающие форму аттрактора (характерную для режима вождения), практически совпадают для каждого реципиента.

Несмотря на очевидные преимущества первичной обработки ЭКГ-сигналов и их дальнейшую стохастическую (динамическую) обработку, выбрать модельный параметр на основе контроля сердечной деятельности крайне сложно.

Математической основой для процедуры построения аттрактора, элементами которого являются фазовые траектории, является теорема Такенса [17, 18], основанная на операциях вложения подобных и самоподобных множеств.

Таблица 4 – Аттракторы, построенные по преобразованным записям ЭКГ механиков-водителей, инструкторов, и курсантов при вождении на тренажерах

Механик - водитель: Corr – 0,167 Phase – 1 H – 0,3 Fr – 1,7	
Инструктор по вождению: Corr – 2,1 Phase – 6 H – 0,4 Fr – 1,6	
Курсант: Corr – 3,1 Phase – 10 H – 0,3 Fr – 1,7	

Такенсом доказано, что для гладких многообразий - динамических систем по имеющейся временной реализации одной наблюдаемой динамической переменной можно сконструировать новый аттрактор, основные свойства которого будут идентичны исходной фазовой траектории.

Для вычисления статистических средних, таких как размерность, энтропия и других характеристик аттрактора, необходимо иметь множество точек, определенных в фазовом пространстве размерности n и принадлежащих аттрактору. Число точек M в расчетах конечно, но обязано быть достаточно большим $M \geq M_{\min} = 10^{2+0,4D}$, где D - размерность аттрактора [18].

Для вычисления характеристики аттрактора реальной динамической системы, математическая модель и размерность фазового пространства которой неизвестны, необходима информация о поведении во времени какой-либо одной из динамических переменных. К тому же интервал времени экспериментальной реализации ограничен временем измерения.

Размерности принимают одинаковую величину - фрактальную размерность аттрактора, которая для произвольного аттрактора в n -мерном фазовом пространстве вычисляется по Колмогорову – Хаусдорфу [13]:

$$D_f = \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \frac{\ln M(\varepsilon)}{\ln \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)}, \text{ где } M(\varepsilon) - \text{минимальное число } n - \text{мерных объемов с ребром } \varepsilon,$$

необходимых для покрытия аттрактора. Для реальных систем размерность D_f может оказаться дробной [11, 16].

Формирование динамического образа

Для построения последовательности точек вида $Z_k = \{s_k, s_{k+r}, \dots, s_{k+(n-1)r}\}$, $k = M - (n - 1)r$, где r - временная задержка, n - размерность вложения [12, 16], для ЭКГ-сигнала (записи), используется метод временной задержки. Если $M \rightarrow \infty$, то множество точек $Z_k \in R^n$ задает вложение исходного аттрактора при любом выборе наблюдаемой переменной, и если n не меньше удвоенной размерности исходного аттрактора, то выбор временной задержки рассчитывается из автокорреляционной функции временного ряда:

$$Z(\tau) = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} (s_k - \bar{s})(s_{k+\tau} - \bar{s}), m = M - \tau. \quad (2)$$

Задержка τ выбирается равной времени первого пересечения нуля автокорреляционной функции. Далее проводится разбиение сечения аттрактора на ячейки, в которых рассчитывается количество элементов фазовой траектории.

Подсчет элементов траекторий осуществляется по алгоритму заполнения ограниченного пространства LOWESS (locally weighted scatterplot smoothing) [9, 12]. После подсчета количества элементов траекторий строится матрица A_{ij} , элементы которой представляют двумерный динамический массив, соответствующий фазовой траектории.

По результатам разбиения строится поверхность – положение максимума амплитуды каждой области разбиения соответствует математическому ожиданию, а полуширина – дисперсии значений области разбиения.

Матрице A_{ij} разбиения аттрактора соответствует поверхность, которая является визуальным образом динамической системы «Водитель – Состояние».

Схема алгоритма построения образа на основе самоподобных преобразований фазовых траекторий приведена на рисунке 2. Помимо формирования матрицы разбиений и соответствующей ей поверхности, в алгоритм включены расчеты собственных значений матрицы и коэффициентов канонической билинейной формы, по сути, являющейся уникальным образом исследуемого вещества в присутствии мешающих примесей:

$$Y_k = [\lambda_{ij} \sum_i \sum_j X_i X_j]_{k, \text{при } i=j} \quad (3)$$

где, i, j – номера строк и столбцов матрицы разбиений, k – индекс реципиента.

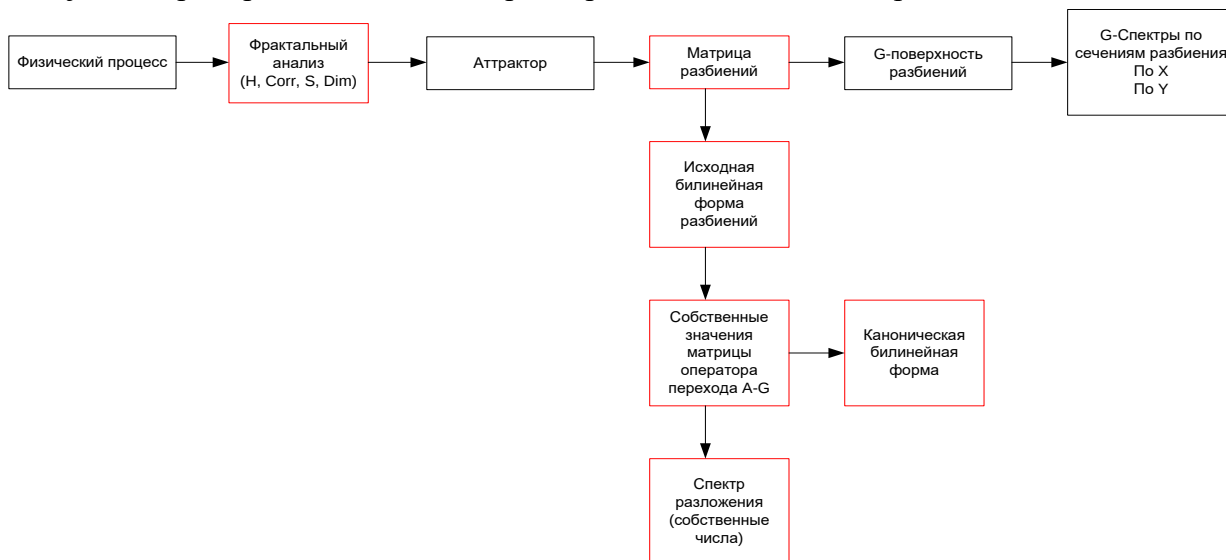


Рис. 2– Алгоритм проведения самоподобных преобразований

По алгоритму, показанному на рисунке 2, построены поверхности, представляющие образ состояния водителей различной степени подготовки при выполнении одного и того же задания (рисунок 3). Поверхности состояния соответствуют аттракторам действия –

вождению, с различными характеристиками динамического хаоса. Которые, в свою очередь, являются образами состояния.

Если проекция динамической траектории на плоскость позволяет только визуализировать образ в виде 2-хмерного изображения аттрактора, то отображение плоскости аттрактора на 3-хмерную поверхность позволяет получить характеристическое уравнение поверхности в виде билинейной формы. Приведение билинейной формы к каноническому виду дает уравнение, соответствующее образу процесса вождения водителями различных классов.

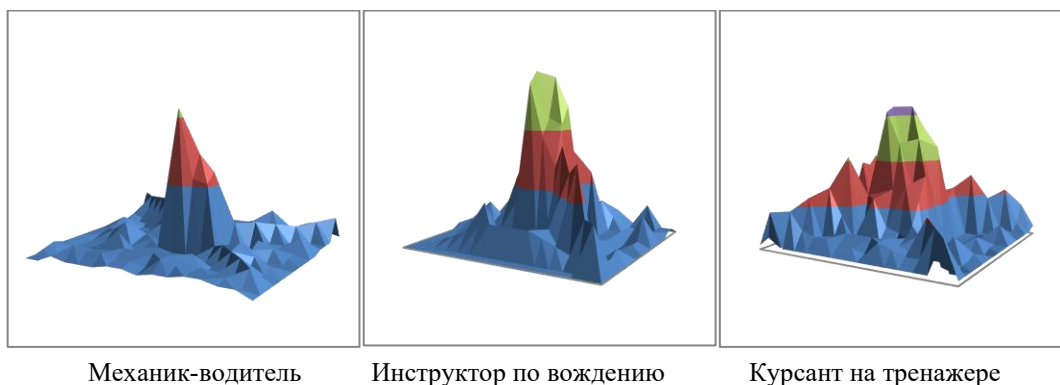


Рис. 3 – Поверхности состояния водителей

Каноническая форма поверхности вида $G_N = \frac{1}{\|a\|} [\sum_{i=1}^N \sum_{j=N-i}^N \theta_{ij} x_{ii}^i + \vartheta_{ij} x_{ij}^{i+j}] + \mu_0$ соответствует процессу с фазовой размерностью N , нормировочным коэффициентом a и коэффициентом смещения μ_0 .

Решение характеристического уравнения $A - \lambda E = 0$ дает координаты характеристического вектора λ , которые являются коэффициентами билинейной формы канонического вида - математического выражения, типичного для образа состояния водителей различного класса: $G_{canon} = [\sum_{i=1}^N \lambda_i x^i] + \lambda_0$. Матрица E в характеристическом уравнении является единичной.

В таблице 5 приведены значения параметров билинейной и канонической формы для водителей различного класса и выполняемых одинаковую задачу.

Таблица 5 – Значение коэффициентов образов состояния водителей

№ п.п.	Реципиент	Фазовая размерность N	Корреляционная размерность a	Фрактальная размерность μ_0
1	Механик водитель	1	0,167	1,7
2	Инструктор по вождению	6	2,1	1,6
3	Курсант на тренажере	10	3,1	1,

Приведены значения, усредненные по 21 реципиенту, взятому из базы «Сапон»

Таким образом, видно, что методы нелинейной динамики, использованные при обработке ЭКГ-сигнала, снятых у водителей различных уровней подготовки, позволяют получить уравнение образа их состояния при выполнении задачи вождения со средней скоростью при вхождении в поворот.

Обсуждение результатов

В настоящей работе показано, что современных методов для обработки ЭКГ-сигналов недостаточно для исследования психофизического состояния оператора. Конечно, метод ЭКГ не применяется для контроля психофизических характеристик. Применение методов нелинейной динамики позволяет выделить решения, характерные для состояния водителей, выполняющих одну и ту же операцию. Причем водители различной квалификации различаются динамическими характеристиками. Анализ исходных данных записи RR-интервалов позволяет получить эквивалентную форму аттрактора, но смещенную в плоскости в зависимости от уровня подготовки водителей. После проведения первичных, в данной ситуации, статистических преобразований, стабилизируются решения динамической системы уравнений и можно получить регулярные характеристики (таблица 3, 4), а также аттрактор, соответствующий режиму вождения.

Дальнейший анализ аттрактора, а именно, разбиение плоскости проекции динамической траектории на равнозначные участки, позволяют построить поверхность, соответствующую образу состояния, затем получить билинейную форму и рассчитать ее канонический вид, который эквивалентен состоянию водителей. При этом хаотические характеристики аттрактора (таблица 5) показывают, к какой группе относится водитель: к механику-водителю, водителю-инструктору или курсанту при вождении на тренажере.

Таким образом, целесообразно расширить исследования, связанные с ЭКГ-сигналами различного физического смысла, сопряженные с ЭЭГ записями. В качестве эталонной базы хорошо применима база «Сопан», так как, в ряде случаев содержит не только ЭЭГ-сигналы, снятые по международной системе, но и сопутствующие действию электрокардиограммы.

Заключение

В заключение следует отметить, что применение теоремы Такенса для расчета размерностей исследуемой динамической системы «Водитель – Задание», позволяет получить численные значения предельных траекторий, перевести аттрактор в класс фракталов и построить математическую модель образа, соответствующего текущему состоянию водителя с данным уровнем подготовки при выполнении того или иного задания.

Использование базы «Сопан» дает возможность провести теоретическую подготовку для разработки алгоритма построения билинейных форм и их канонического вида для анализа системы «Водитель – транспортное средство – выполняемая задача».

Очевидно, что количественные характеристики позволяют провести самоподобные отображения, которые позволяют получить аналитическое выражение образа состояния водителя от измеряемых параметров.

Список литературы

1. Тренажерные комплексы и тренажеры: технологии разработки и опыт эксплуатации / В.Е. Шукшунов [и др.]. М.: Машиностроение, 2005. 383с.
2. Москаленко В.А., Завидов С.А. Анализ существующих подходов к оценке эффективности учебно-тренировочных средств. М., 2011. Деп. в ЦСИФ МО РФ 22.07.2011, №Б7711.
3. Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов / Пер. с англ. А. П. Калиниченко; под ред. А. П. Немирко. — М.: Физматлит, 2007. — 440 с.

4. С.А. Айвазян и др. // Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин .- М.: Финансы и статистика, 1983, - 471 с.
5. Savitzky, A.; Golay, M.J.E. (1964) // «Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures». Analytical Chemistry. 36 (8): 1627–39.
6. А.Н. Павлов, А.Р. Зиганшин, В.С. Анищенко. Мультифрактальный анализ временных рядов. // Известия ВУЗов «ПНД», т.9, №3, 2001 с.39-52.
7. F. Takens. Detecting strange attractors in turbulence. In D. A. Rand and L.-S. Young. Dynamical Systems and Turbulence, Lecture Notes in Mathematics, vol. 898. Springer-Verlag. 1981, pp. 366-381.
8. R. Hegger, H. Kantz, and T. Schreiber. Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package, CHAOS 9, 413 (1999)
9. K.T. Alligood, T.D. Sauer, and J.A. Yorke. Chaos: an Introduction to Dynamical Systems (Springer 1997) XVIII, 603 p.
10. Колмогоров А.Н. Новый метрический инвариант транзитивных динамических систем и автоморфизмов пространства Лебега. ДАН СССР, т.119, с.861-864, 1958.
11. Колмогоров А.Н. Об энтропии на единицу времени как метрическом инварианте автоморфизмов. ДАН СССР, т.124, с.754-755, 1959.
12. Синай Я.Г. О понятии энтропии динамической системы. ДАН СССР, т.224, с.768-771, 1979.
13. Федер Е. Фракталы. - М.: Мир, 1991.
14. Ruelle D., Takens F. On the nature of turbulence. Comm. Math. Phys. 20, 167 (1971).
15. Takens F. Detecting strange attractors in turbulence. In: Dynamical Systems and Turbulence. Lecture Notes in Mathematics, edited by D.A.Rand L.S.Young. Heidelberg: Springer-Verlag, 366-381 (1981).
16. Дюк В., Эммануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. — СПб.: Питер, 2003.
17. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; под ред. Л. Д. Барановского и Л. П. Немирко. — М.: Радио и связь, 1993. — 248 с.
18. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; под ред. Л. Д. Барановского и Л. П. Немирко. — М.: Радио и связь, 1993. — 248 с.
19. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / Пер. с англ. — М.: Мир, 1978. 411 с.
20. Manilo L. A., Nemirko A. P. Forming the spectral signs when classifying (he electrocardiosignals within the frequency range // Pattern recognition and image analysis. 2005. Vol. 15, № 4. P. 668-671.
21. Калиниченко А. Н. Оценка разделяющей способности методов классификации форм ЭКГ // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. 2006. Вып. 1. С. 21 – 30.
22. Sleight P., La Rovere M. T., Mortara A., Pinna G., Maestri R., Leuzzi S., Bianchini B., Tavazzi L., Bernardi L. Physiology and pathophysiology of heart rate and blood pressure variability in humans. Is power spectral analysis largely an index of baroreflex gain // Clinical Science. 1995. V. 88. P. 103-109.

Кащеев Р.Л., Прокофьев В.Е., Янович К.В.
Kascheev R.L., Prokofiev V.E., Yanovich K.V.

Инновационное решение получения электрической энергии из твердых коммунальных отходов

Innovative electric energy getting solution from solid municipal waste

Аннотация. В статье приведен анализ технологий и технических средств утилизации твердых коммунальных отходов. Сделан вывод о том, что в настоящее время наиболее перспективным способом утилизации твердых коммунальных отходов является технология сжигания с попутной выработкой тепловой и электрической энергии. Приведено техническое решение реализации указанной технологии.

Abstract. The article provides an analysis of technologies and technical means of solid municipal waste disposal. The conclusion is made that at present the most promising method of disposal of solid municipal waste is the technology of incineration with associated production of heat and electric energy. The technical solution for the implementation of this technology is given.

Ключевые слова. Твердые коммунальные отходы, экологичность, компактность, самодостаточный процесс переработки, микротурбина.

Key words. Municipal solid waste, environmental friendliness, compactness, self-sufficient recycling process, microturbine.

В Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года в части обращения с отходами предполагается отдельный сбор отходов, жесткие санкции за ненадлежащую утилизацию, поэтапное введение запрета на захоронение отходов, пригодных к вторичной переработке. В ряде регионов разработаны стратегии обращения с отходами, предполагающие достижение целевых показателей уровня переработки и снижения воздействия на окружающую среду, а также и использование наилучших доступных технологий [1, 2, 3, 4, 10, 11, 15].

Проблема обращения и глубокой переработки твердых коммунальных отходов (ТКО) является чрезвычайно актуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения [16, 17].

Для эффективной и безопасной утилизации отходов требуется внедрение новых технологических решений, а также реализация социально - экономических программ [1, 5, 13].

Существуют различные способы переработки твердых коммунальных отходов в полезный продукт: удобрения, костную муку, добавки для скота, наполнители и так далее.

Основной тенденцией в сфере переработки отходов в странах Западной Европы, США, Канады и некоторых стран Азии является автоматизированная пофракционная сортировка ТКО с применением механизированных способов разделения общего потока на отдельные компоненты, обеспечивающая глубокую степень переработки исходных отходов [6, 7]. Получаемые остатки (главным образом) пищевые отходы, древесно-растительные остатки, биомасса и т.д.) подвергаются сушке, гранулированию и реализуются в качестве вторичного топливного материала (твердого топлива), именуемого RDF (ГОСТ Р 54236—2010 Топливо твердое из бытовых отходов. технические характеристики и классы CEN/TS 15359:2006 Solid

recovered fuels — Specifications and classes (MOD). Система классификации твердого топлива и морфологический состав представлены в таблицах 1 и 2

Таблица 1. Система классификации твердого топлива RDF

Классификационный параметр	Статистическая характеристика	Единица измерения	Класс				
			1	2	3	4	5
Низшая теплота сгорания Q^f , не менее	Среднее арифметическое	МДж/кг	25	20	15	10	3
Содержание хлора Cl^d , не более	Среднее арифметическое	%	0,2	0,6	1,0	1,5	3
Содержание ртути Hg^f , не более	Усредненное	мг/МДж	0,02	0,03	0,08	0,15	0,50
	80-процентное	мг/МДж	0,04	0,06	0,16	0,30	1,00

Таблица 2. Морфологический состав топлива из ТКО на примере Ленинградской области

№ п/п	Состав топлива SRF	Состав топлива SRF, %
1	Бумага	42
2	Полимеры	38
3	Тетра-Пак	5
4	Текстиль	10
5	Дерево	5
Итого		100

Степень утилизации исходной массы составляет от 60% и более. Но следует принимать во внимание, что технологии автоматизированной сортировки ТКО ориентируются, прежде всего, на максимальный возврат (рециклинг) вторсырья в хозяйственный оборот. Эти положения соответствуют современным требованиям к природопользованию в мире, учитывая практику раздельного сбора ТКО в странах Европы [6-8].

По ряду причин, специфичных для сферы обращения с ТКО в России (сравнительно дешевое первичное природное сырье и доступные топливно-энергетические ресурсы, монополизированная централизованная система тепло- и электроснабжения городов, высокие логистические издержки на перевозку вторсырья, добытого из полигонов), а также из-за отличающихся свойств отходов (высокая влажность, слеживаемость, загрязненность отдельных фракций посторонними включениями), технологии автоматической сортировки могут не обеспечить заявленную степень утилизации ТКО в Российской Федерации и, следовательно, оказываются экономически нецелесообразными.

Принимая во внимание, что ТКО представляют собой сложную гетерогенную органоминеральную смесь, состоящую, в том числе, из биоразлагаемых компонентов, то реализуются технологии аэробного и анаэробного сбраживания (ферментации) органических компонентов ТКО.

Процесс биологической переработки отходов обладает рядом преимуществ, среди которых автотермичность, низкое собственное энергопотребление, относительная экологическая безопасность и отсутствие токсичных выбросов в атмосферу по сравнению с технологиями сжигания. Среди недостатков процессов биопереработки ТКО следует выделить низкую степень утилизации исходной массы отходов (30-40%), нестабильность состава и выхода энергетического биогаза (смесь метана, сероводорода, аммиака, углекислого газа и ряда других летучих органических соединений), медленную скорость реакций

разложения отходов и, как следствие, высокие удельные капиталовложения на 1 т перерабатываемых ТКО.

В частности, практика аэробной ферментации во вращающемся барабане в г. Санкт-Петербурге показала низкую экономическую эффективность процесса биологической переработки ТКО ввиду высокой себестоимости процесса утилизации, обусловленной сильной загрязненностью получаемого компоста тяжелыми металлами и неперерабатываемыми фракциями отходов, низким (в том числе сезонным) спросом получаемого компоста на рынке.

Имеются технологии анаэробной ферментации отходов, основанные на процессах выработки метаносодержащего биогаза в бескислородной среде. Все это - естественные процессы сбраживания органических веществ (биомассы), происходящие на полигонах ТКО, с выработкой тепловой и электрической энергии из получаемого метаносодержащего биогаза. Однако, ввиду низкой степени конверсии исходных отходов в полезные продукты, ввиду медленной скорости разложения отходов и низкой степени утилизации (20-30%), необходимы значительные капиталовложения в строительство ферментеров значительных объемов. В связи с этим технологии биопереработки отходов на сегодняшний день не получили широкого развития в российской практике. Тем не менее, существуют определенные технологические заделы и проведено определенное количество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в этом направлении. В частности, технологический регламент по анаэробной ферментации и добыче свалочного газа в процессе дегазации полигонов ТКО был разработан Академией коммунального хозяйства им. Памфилова еще в 1990 году, что свидетельствует о высокой проработке данной проблемы. На сегодняшний день процессы биопереработки ТКО в промышленном масштабе в российской практике практически не реализованы.

Существует другой вид - термические методы переработки отходов, которые в современных условиях являются более развитыми методами ликвидации ТКО.

Известно, что ТКО на 70-80% состоят из горючих, биоразлагаемых компонентов, таких как пищевые и растительные остатки, биомасса, древесина, макулатура, картон, пластмасса и полимерные вещества. Благодаря содержанию этих компонентов твердые бытовые отходы рассматриваются как низкосортное твердое топливо с теплотворной способностью 5-6 МДж/кг [9]. В связи с энергетическим кризисом 70-х годов XX века в некоторых развитых странах Европы, а также в США и Японии быстрое развитие получили технологии сжигания ТКО в слоевых топках и топках с кипящим слоем. Однако, ввиду содержания в ТКО таких элементов как хлор, фтор, бром, ртуть, кадмий, никель, свинец и мышьяк, технологии сжигания сопряжены со значительными эксплуатационными и капитальными затратами на очистку отходящих дымовых газов (продуктов горения ТКО) и сточных вод от загрязняющих токсичных веществ, образующихся в результате физико-химических процессов окисления компонентов ТКО и выделяющихся в атмосферу [3, 7, 12, 14].

Тем не менее, технологии сжигания позволяют сократить исходную массу ТКО в 3-4 раза и обеспечивают выработку тепловой и электрической энергии в промышленном масштабе, поэтому, несмотря на высокие затраты переработки, в некоторых энергодефицитных странах с высокой стоимостью природных топлив технологии сжигания мусора являются эффективным способом ликвидации отходов, используя топливо типа RDF. Учитывая распространенную в западных странах практику раздельного сбора ТКО, технологии сжигания отдельных органических фракций твердых бытовых отходов в виде сухих гранулированных пеллет являются более экономически эффективным и экологически

безопасным методом ликвидации отходов по сравнению с традиционными методами сжигания несортированных неподготовленных ТКО.

На основании анализа существующих инновационных методов переработки ТКО и, исходя из сложившейся ситуации со сбором отходов в Министерстве Обороны Российской Федерации, наиболее перспективным методом утилизации отходов производства и потребления является сжигание ТКО [1, 3, 4, 18].

Основными преимуществами которого являются:

- высокий уровень апробированности технологий;
- возможность получения тепловой и электрической энергии;
- серийно выпускаемое оборудование;
- продолжительный гарантийный срок эксплуатации;
- высокий уровень автоматизации.

Получая энергию из ТКО, одновременно решается проблема их утилизации и выработки дешевой, практически бесплатной тепловой и электрической энергии [1, 8]. Сжигание ТКО реализуется в инсинераторах различной конструкции и производительности.

Инсинераторы (incinerators) – это оборудование для сжигания (термического уничтожения) разных видов отходов. В частности, в инсинераторах сжигаются твердые коммунальные отходы и другие твёрдые и полужидкие отходы).

Наиболее распространены в России инсинераторы марок «BRENER» и «IZHTEL», производимые в городе Ижевск [1].

Все оборудование этих марок сертифицировано, полностью соответствует европейским стандартам; процесс сжигания полностью автоматизирован; эксплуатация оборудования не требует расходных материалов и применение инсинераторов экологически и технологически полностью безопасно.

Анализ технических решений показывает, что в инсинераторах реализуется только процесс сжигания ТКО, а получаемая при этом тепловая энергия не используется, выбрасываясь в атмосферу.

Ввиду вышеизложенного наиболее актуальным направлением совершенствования технологии утилизации ТКО является сжигание отходов с использованием вырабатываемого тепла для различных технологических нужд и получения электрической энергии.

Одним из вариантов реализации данной технологии является комбинированное использование инсинератора и инновационной микротурбины с электрогенератором.

Принципиально, подобная установка состоит из (рисунок 1):

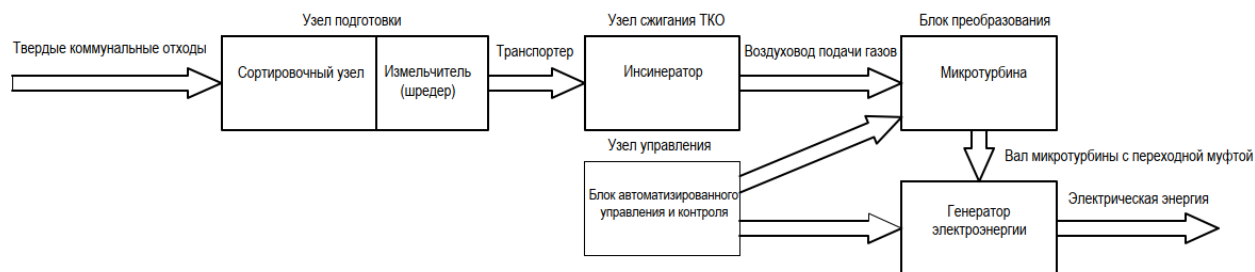


Рис. 1 – Структурная схема установки

1. Блока сортировки ТКО, в котором отделяются негорючие фракции отходов;
2. Блок сжигания;
3. Блок преобразования энергии отходящих газов во вращательное движение, который представлен в виде микротурбины;

4. Генератор электрической энергии;
5. Блок управления и автоматизации.

Основными преимуществами установки являются:

- компактность (не требует фундамента, может быть установлена как стационарно, так и на базе колесного шасси);
- экологичность, в исходящем газе нет диоксинов и фуранов;
- непрерывность работы;
- использование ТКО с влажностью до 90%;
- самодостаточный процесс переработки;
- простота эксплуатации;
- вариативность исполнения по производительности.

Перечисленные выше преимущества получены за счёт:

- использования метода двухэтапного сверхадиабатического фильтрационного горения, разработанного учёными Института проблем химической физики РАН ещё в 2001г.;
- разработки инновационной конструкции, позволившей совместить две камеры (низкотемпературную и высокотемпературную), что позволяет в одном цикле проводить все этапы рабочего процесса.

Следует отметить, что особенностью Установки является оригинальная микротурбина представленная на рис. 2.



Рис. 2 – Инновационная микротурбина.

Наличие микротурбины позволяет при утилизации ТКО дополнительно вырабатывать электроэнергию, без промежуточного производства топлива в виде биогаза.

Оснащённая микротурбиной Установка способна генерировать:

- при объёме рабочей камеры 0,1 куб.м не менее 100 кВт
- при объёме 2,0 куб.м не менее 2000 кВт.

Технические испытания позволили определить предварительные технические и эксплуатационные характеристики установки, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Предварительные технические и эксплуатационные характеристики установки.

Наименование	Значение параметра, при объеме рабочей камеры 0,1 м ³	Значение параметра, при объеме рабочей камеры 2,0 м ³
Min производительность, т/сутки (при влажность 90%)	0,25	5,0
Среднестатистическая производительность, (т/сут)/(т/год)	0,5/150,0	10,0/3000,0
Среднестатистическая производительность, т/год	150,0	3000,0
Мощность тепловая (средняя), кВт	400	8000
Мощность по электричеству (оценка), от кВт	100	2000*
Размеры (длина/ширина/высота)	1,0/2,0/1,6	1,8/3,0/2,2
Стоимость (вариант 1), от, млн.руб	1,3	14,0
Стоимость (вариант 2), от, млн.руб	2,0	22,0
Срок службы (оценка), лет	7	7
Стоимость и периодичность ППР, тыс.руб/раз в год	30/2	50/2

* - зависит от количества используемых микротурбин

Проведенная экономическая оценка применения Установки в качестве мини-электростанции (при исходных параметрах - потребление отходов (топлива) - 0,5 т/сутки и электрическая мощность (расчётная) – от 100 до 200 кВт) ориентировочно в ценах 2020 года составила:

Инвестиционные затраты – 3,0 млн руб

Амортизационные отчисления – 36 тыс.руб/мес

(при сроке службы 7 лет)

Затраты на эксплуатацию:

(план. обл.+план.рем+з/п с начисл) – 44 тыс.руб

Себестоимость 1 кВт-час (30 р.д. по 24 час)

- $80\,000/720 \cdot (100-200) = (1,1 - 0,55)$ руб

Экономия – 377,2 тыс.руб/мес при 100кВт

– 833,8 тыс.руб/мес при 200кВт

Окупаемость – от 4 до 8 месяцев.

Экономические преимущества при использовании установки заключаются в сокращении расходов на обращение ТКО.

Очевидно, что с каждым годом объемы накапливаемых твердых коммунальных отходов возрастают. Территорий, занятых под свалки, уже сейчас катастрофически не хватает. Избавление от мусора путем складирования его на полигонах становится невозможным и с экологической точки зрения совершенно нецелесообразно и оказывает на окружающую природную среду пагубное воздействие.

Исходя из этого, предпочтительным выходом из ситуации является организация процесса рациональной утилизации мусора [1, 3, 4].

Таким образом, проведенный анализ технологий утилизации ТКО и технических средств их реализующих показал, что наиболее предпочтительным и перспективным вариантов в настоящее время является технология сжигания ТКО с попутной выработкой тепловой и электрической энергии. Применение описанной установки позволит повысить эффективность утилизации ТКО и получить дополнительную тепловую и электрическую энергию.

Список литературы

1. Светоносов Р.Е., Коноплев Е.А., Прокофьев В.Е., Руденко А.Е., Зенкевич М.Ю., Янович К.В. Комплексная программа модернизации системы обращения с отходами производства и потребления в Министерстве обороны Российской Федерации. // Научное издание. Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2018. С. 261-268.
2. Методы и способы переработки мусора (ТКО) URL: <http://radekopro.ru/pererabotka-musora-tbo/> (дата обращения 20.11.2020).
3. Саркисов С.В., Артюхов С.А., Шорохов А.Д., Рыбин А.А. Функционирование систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры МО РФ за счёт возобновляемых источников энергии // Наука и военная безопасность, 2019. № 1 (16). С. 105-109.
4. Тришункин В.В., Астафеева О.С. Экологическая безопасность Вооруженных Сил Российской Федерации. Журнал «Материально-техническое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации». 2020. № 4. С. 24-30.
5. Современные методы утилизации отходов. URL: <http://vtorothodi.ru/klassy-otxodov/metody-pererabotki-i-utilizacii-otxodov> (дата обращения 20.11.2020).
6. Как утилизируют мусор на разных континентах. URL: <http://www.estile.ru/article1.php> (дата обращения 20.11.2020)
7. Методы и способы переработки ТКО. URL: <http://radekopro.ru/pererabotka-musora-tbo/> (дата обращения 14.06.2021)
8. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов. М.: ГОУВПО МГУС, 2010. 411с.
9. Способ переработки твердых бытовых отходов в топливо для печей высокотемпературного синтеза цементного клинкера. Российский патент на изобретение RU2479622C1 2013 года по МПК C10L5/46 C10L5/08 B09B3/00
10. Кащеев Р.Л., Зенкевич М.Ю., Новиков Р.С., Прокофьев В.Е., Саркисов С.В., Янович К.В. Исследование воздействия полигонов и свалок твердых коммунальных отходов на окружающую среду: монография. - СПб: Изд-во ООО «Р-КОПИ». 2020. 163 с.
11. Кащеев Р.Л., Саркисов С.В., Зенкевич М.Ю., Лопатин Н.В. Вопросы реабилитации почв, загрязненных нефтепродуктами в условиях вечной мерзлоты // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 1 (13). С. 193-200.
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. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Саркисов С.В. Экология: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2015, - 360 с.
17. Саркисов С.В., Путилин П.А., Сорокин А.А. Комплексное решение по повышению энергоэффективности в системах жизнеобеспечения // Проблемы управления рисками в техносфере. - 2019. №2 (50). С. 26-32.
18. Bondarev A.V., Sarkisov S.V., Tarasov V.N., Vakunenko V.A., Biryukov N.A. Transient operating regimes modeling in low-power boilers of a high-temperature fluidized bed. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 919. 2020. 052042. DOI: 10.1088/1757-899X/919/5/052042

Схемные решения защиты магистральных водоводов от гидравлического удара

Schematic solutions for protection of main water pipelines from water hammer

Аннотация. Приведены схемные решения защиты магистральных водоводов от гидравлического удара, эффективность которых подтверждена гидравлическим расчетом с использованием специальных программных продуктов. Для конкретного примера приведена расчетная схема для гидравлического расчета на гидравлический удар и показаны графики по результатам расчета, подтверждающие эффективность схемного решения.

Abstract. Schematic solutions for the protection of main water pipelines from water hammer are given, the effectiveness of which is confirmed by hydraulic calculations using special software products. For a specific example, a design scheme for hydraulic calculation for water hammer is given and graphs are shown based on the results of the calculation, confirming the effectiveness of the circuit design.

Ключевые слова. Трубопровод, гидравлический удар, расчет, оценка эффективности защиты.

Key words. Pipeline, water hammer, calculation, evaluation of the effectiveness of protection.

Если по трубопроводу перемещается насосом столб несжимаемой жидкости, то при прекращении подачи электрической энергии на привод насоса или резком закрытии запорной арматуры последний (насос) мгновенно останавливается, а столб жидкости продолжает свое волновое движение вперед, «оторвавшись» от насоса с резким увеличением давления в его конечной точке, например, у запорной арматуры. Отразившись от арматуры, ударная волна давления меняет свое направление движения с «+» на «-» и движется в обратном направлении к насосу. Так происходит до полного затухания волны ударного давления (рис.1).

Процесс носит синусоидальный характер с увеличением давления в несколько раз, превышающим рабочее. Пик волны давления возникает в конечной точке трубопровода, а его величина зависит от величины начального рабочего давления, вида материала труб и наличия воздушных скоплений в переломных точках профиля трассы трубопровода.

Описанный процесс называется гидравлическим ударом в трубопроводе [1].

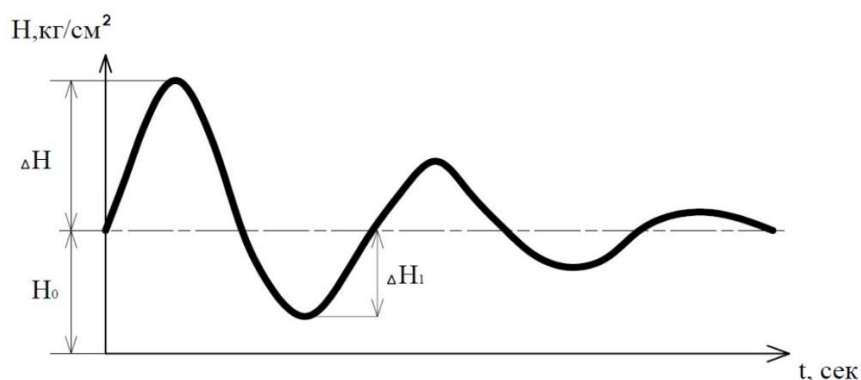


Рис. 1 Амплитуда колебаний ударной волны при гидравлическом ударе

Изменение давления в трубопроводе ΔH при изменении скорости движения воды V в напорном трубопроводе на величину ΔV определяют по формуле Н.Е. Жуковского:

$$\Delta H = H - H_0 = c \cdot \frac{\Delta V}{g}, \text{ Па} \quad (1)$$

где:

ΔH – изменение давления, Па;

H – рабочее давление в трубопроводе, Па;

H_0 – статическое давление, Па;

c – скорость распространения ударной волны, м/с;

g – скорость свободного падения, м/с².

ΔV – разница скоростей при нестационарном и стационарном режимах, м/с,

$$\Delta V = V - V_0, \text{ м/с.}$$

Особенно опасен гидравлический удар в водоводах, уложенных с большой высотой подъема и имеющих изломы в профиле. При возникновении гидравлического удара в таком водоводе возможно образование разрывов сплошности потока, заполненных воздухом и парами воды. В этих условиях давление H в трубопроводе может возрасти до значения:

$$H = \frac{c \cdot V_0}{g} + 3H_0, \text{ Па} \quad (2)$$

где:

c – скорость распространения ударной волны в заполненном водой трубопроводе, м/с;

H_0 – статическое давление в трубопроводе, Па;

V_0 – скорость потока при стационарном режиме, м/с;

V – скорость потока при нестационарном режиме, м/с.

Величина c зависит от вида материала и диаметра труб, а также от количества нерастворенного воздуха в воде [2].

В таблице 1 приведена выборка скоростей распространения ударной волны в зависимости от вида материала наиболее часто используемых труб [3].

Таблица 1. Скорости распространения ударной волны в зависимости от материала трубопровода

Материал трубопровода		
Сталь без покрытий	Чугун без покрытий	Полимерные материалы
Скорость ударной волны, м/с		
900 ÷ 1300	1000 ÷ 1200	300 ÷ 500

Следствием возникновения гидравлических ударов является потеря герметичности с разрывом трубопровода, как показано на рис.2.



Рис. 2 Разрушение металлических трубопроводов ударным давлением

Если давление в сети больше допустимого для конкретного вида материала трубопровода или установленного на нем оборудования, необходимо предусматривать мероприятия по защите водоводов от гидравлического удара. К таким мероприятиям относятся:

- установка запорной арматуры с безопасным периодом закрытия;
- выпуск воды и впуск воздуха в возможные места образования разрывов сплошности потока;
- сброс воды из водовода;
- применение защитных устройств-гасителей гидравлического удара [2].

Для этого применяются следующие защитные устройства:

- предохранительные пружинные устройства, изображенные на рис. 3 [3];
- воздушно-гидравлические колпаки, приведенные на рис. 4 [2];
- разрушающиеся мембраны, рис. 5.

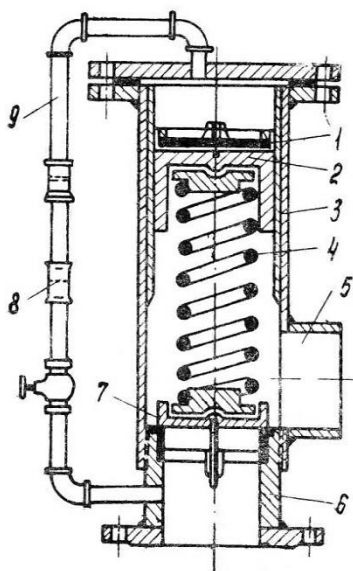


Рис.3. Предохранительные пружинные устройства: 1 - самоуплотняющаяся кожаная манжета, 2 - бронзовый поршень, 3 - корпус, 4 - пружина, 5 - сбросной патрубок, 6 - присоединительный патрубок, 7 - бронзовый клапан, 8 - диафрагма, 9 - трубка.

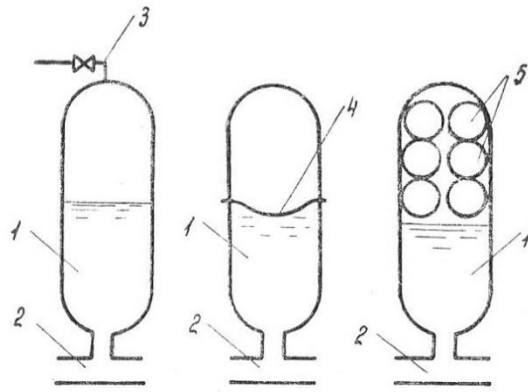


Рис. 4. Принципиальные схемы воздушно-гидравлического колпака: 1 - расширитель, 2 - трубопровод, 3 - трубопровод к компрессору, 4 - разделительная диафрагма, 5 - резиновые баллоны.

Наиболее простым и доступным схемным решением для гашения гидравлического удара является схема с использованием мембранных предохранительных устройств (МПУ), показанных на рис. 5.



Рис. 5 Мембранные предохранительные устройства: а) до срабатывания, б) после срабатывания.

Для предотвращения последствий гидравлического удара необходимо разработать для использования на практике комбинированные схемные решения, гарантированно обеспечивающие защиту трубопроводов от разрушения.

Обоснованием применения эффективных схемных решений и оборудования для защиты трубопроводов от гидравлических ударов является расчет с использованием разработанного программного продукта ZuluGIS 8.0 с приложением ZuluHydro 8.0 [5, 6].

На примере проекта системы водоснабжения горно-климатического курорта "Альпика-Сервис" (Красная Поляна, Сочи) были выполнены гидравлические расчеты магистральных трубопроводов с использованием указанных программных продуктов.

Разработана расчетная схема для гидравлического расчета магистрального водовода с учетом оптимальной частоты вращения насосов, приведенная на рис. 6.

Для первого участка расчетной схемы (рис. 6) от резервуара на отм. +780 м до резервуара на отм. +1150 м представлены графики с результатом расчета на гидроудар, приведенные на рис. 7, 8, 9.

При расчете магистральных водоводов на гидравлический удар принципиально учитывать два характерных случая: 1 - гидравлический удар при быстром закрытии задвижки; 2 - гидравлический удар при внезапной остановке или пуске насоса.

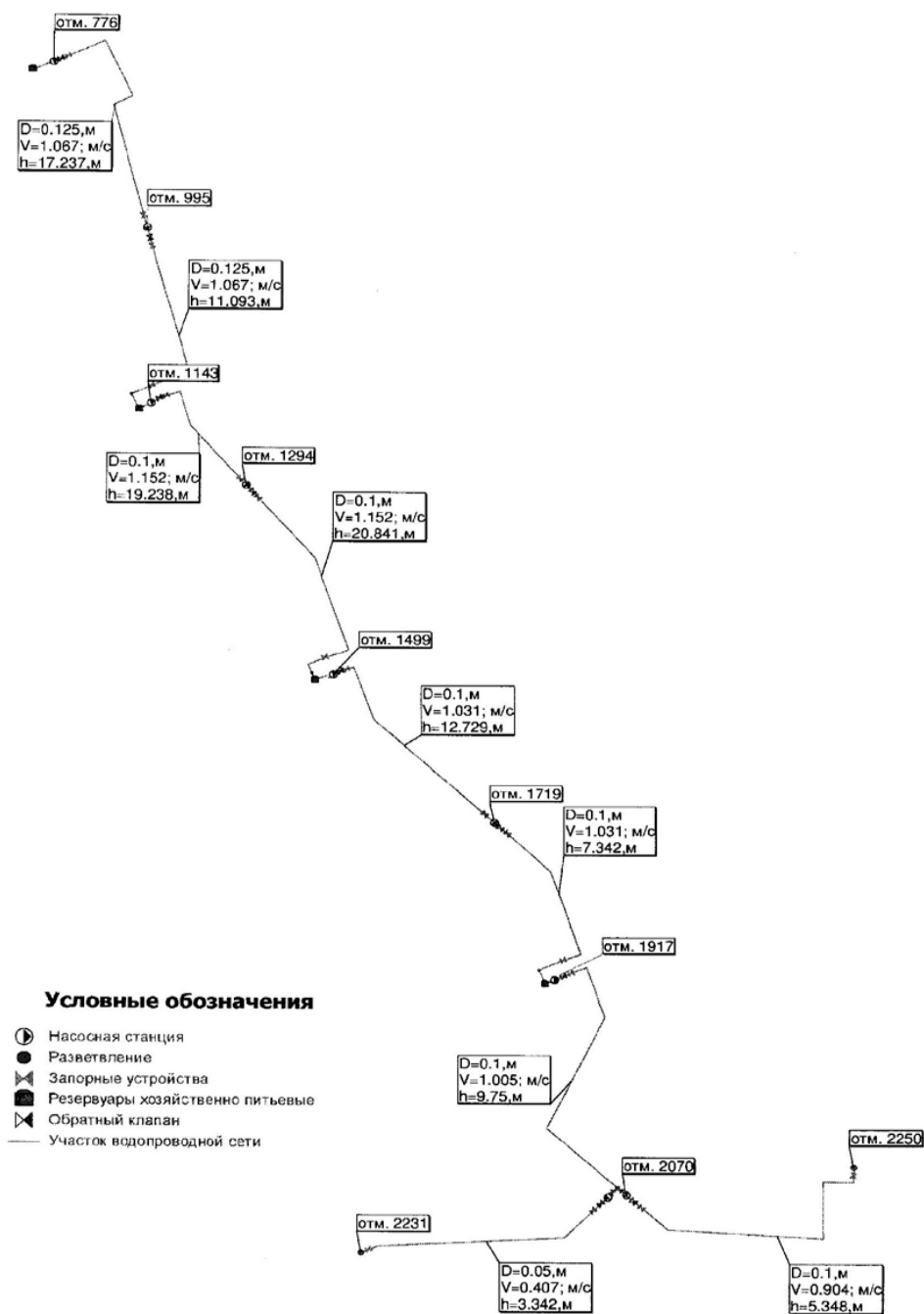


Рис. 6 Расчетная схема для гидравлического расчета системы водоснабжения горно-климатического курорта "Альпика-Сервис" (Красная Поляна, Сочи)

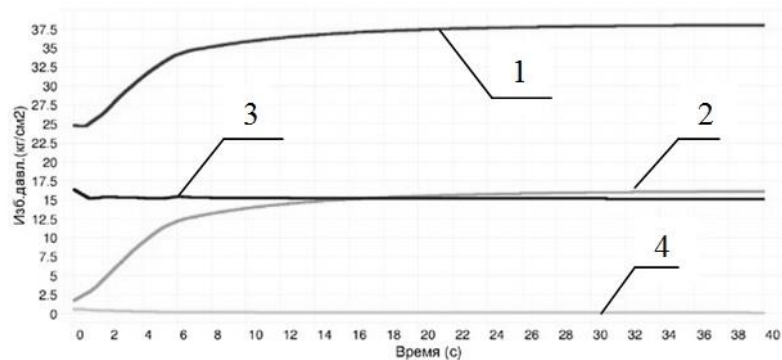


Рис. 7 График с результатом расчета на гидроудар при отключении насоса на отметке +995 м.

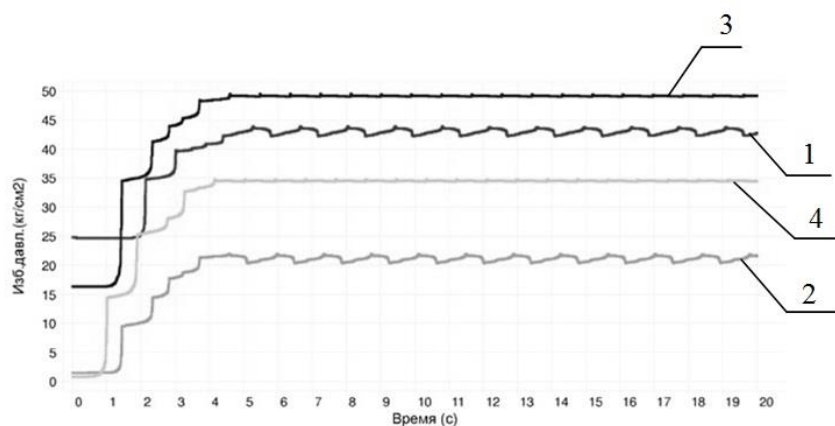


Рис. 8 График с результатом расчета на гидроудар при закрытии задвижки на отметке +1150 м.

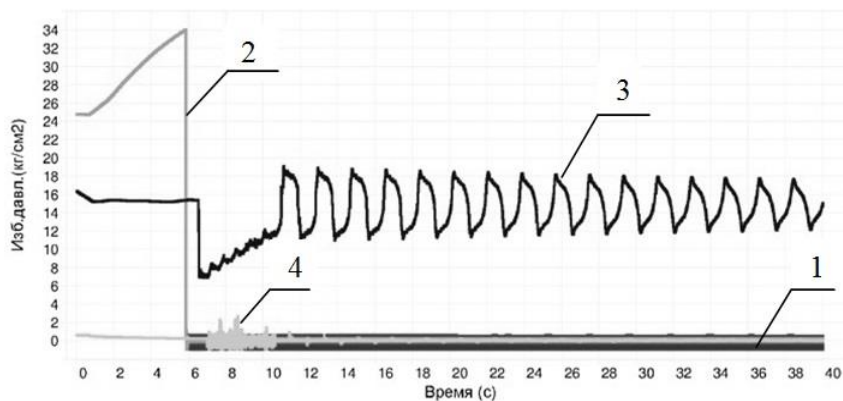


Рис. 9 График с результатом расчета на гидроудар при отключении насоса на отметке +995 м с мембраной на отметке +780м.

Точки наблюдения: 1 (линия 1) – после насоса на отм. +780м между задвижкой и обратным клапаном; 2 (линия 2) - участок 1 перед бустерной установкой на отм. +995м; 3 (линия 3) - участок 2 после бустерной установки на отм. +995м между задвижкой и обратным клапаном; 4 (линия 4) - участок перед резервуаром на отм. +1100м перед закрываемой задвижкой.

Анализ приведенных графиков на рис. 7 и 9 позволяет сделать следующие выводы:

И для I-го случая (рис. 7.) и для II-го случая (рис. 8.) возникновения гидравлического удара требуется установка защитных предохранительных устройств. В качестве наиболее эффективного устройства для гашения гидравлического удара – это применение

предохранительных разрывных мембран с давлением разрыва мембраны на 1-1,5 бара ниже максимальных предельно допустимых значений, в нашем случае предельно допустимым значением являлось 34 бара.

Установка мембранных предохранительных устройств (МПУ) с давлением разрыва мембраны на 34 бара была произведена в следующих точках:

- на напорной линии между задвижкой и обратным клапаном скважинного погружного насоса, размещенного в водной части резервуара (рис. 9.);
- на напорной линии между задвижкой и обратным клапаном промежуточной бустерной повысительной насосной станции, расположенной на отм. +995,0м.

При разработке конструкторской документации на изготовление резервуаров и повысительных насосных станций из стеклопластика блок-модульного типа были приняты схемные решения по размещению защитных устройств-гасителей гидравлического удара в "сухих" отделениях емкостных водопроводных сооружений блок-модульного типа (рис. 10.) и в повысительных насосных с бустерными насосными установками (рис. 11.) [7, 8].

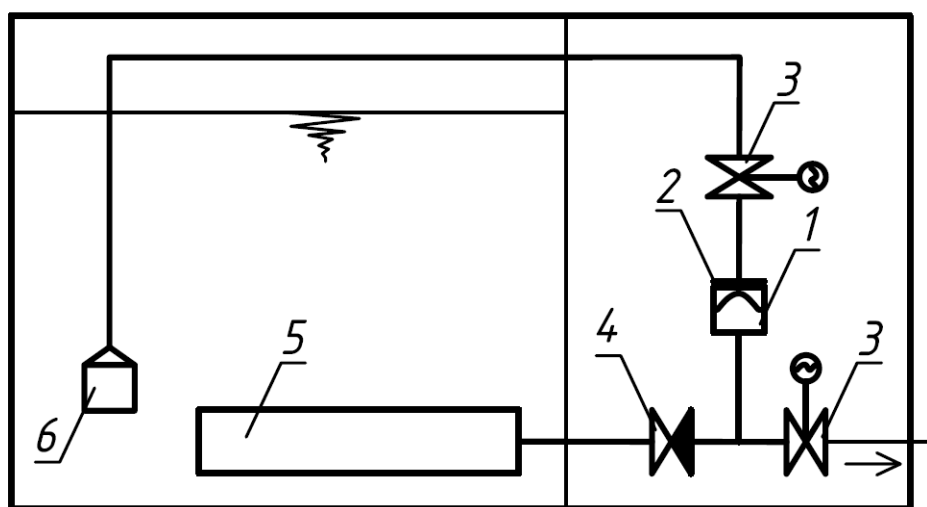


Рис. 10. Схемное решение по размещению МПУ в "сухих" отделениях емкостных водопроводных сооружений блок-модульного типа: 1 – разрывная мембрана, 2 – датчик контроля разрыва мембраны, 3 – запорное устройство (задвижка) с электроприводом, 4 – обратный клапан, 5 – напорная линия от насоса, 6 – гаситель напора при отводе воды в емкость.

Достоинства такого схемного решения очевидны. При разрыве мембраны 1 (рис. 10.) сбрасываемый через нее расход воды (объем гашения) возвращается без потерь в резервуар, датчик контроля разрыва мембраны 2 дает сигнал на закрытие задвижки с электроприводом 3 и отключение насоса 5, происходит закрытие обратного клапана 4 и плавное закрытие задвижки 3, что приводит к прекращению сброса воды из напорного водовода. Для снижения воздействия сбрасываемого объема воды на стенки емкости внутри "мокрого" отсека блок-модульного резервуара размещается гаситель напора 6 при отводе воды после гидравлического удара. В процессе работы установленного оборудования для гашения гидравлического удара основной объем воды в магистральном трубопроводе сохраняется.

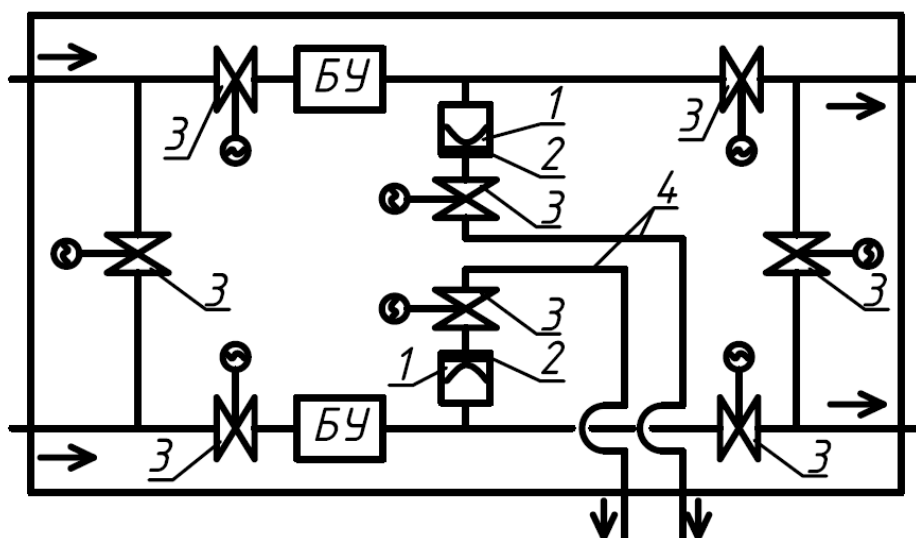


Рис. 11. Схемное решение по размещению МПУ в повысительных насосных с бустерными насосными установками: 1 – разрывная мембрана, 2 – датчик контроля разрыва мембраны, 3 – запорное устройство (задвижка) с электроприводом, 4 – сбросной трубопровод.

При размещении МПУ в помещении насосной станции (рис. 11) точкой присоединения является участок трубопровода между обратным клапаном (на рис. 11 он включен в состав бустерной установки БУ) и задвижкой 3 на напорной линии. В состав МПУ включены те же элементы: разрывная мембрана 1 с датчиком разрыва мембраны 2, задвижка с электроприводом 3. При таком схемном решении, при отсутствии рядом накопительной емкости или резервуара, часть воды через сбросной трубопровод 4 отводится за пределы помещения насосной станции. После срабатывания датчика разрыва мембраны 2 закрывается электрофицированная задвижка 3 на сбросном трубопроводе, отключается бустерная установка БУ, тем самым обеспечивая сохранность основного запаса воды в магистральном водоводе.

Простота приведенной схемы и эффективность предлагаемого устройства многократно проверена на практике и обеспечивает защиту трубопроводов и насосного оборудования емкостных водопроводных сооружений от последствий возможных гидравлических ударов как на гражданских объектах, так и на объектах военной инфраструктуры. Не исключается также возможность использования данных схемных решений для защиты трубопроводов от затекания ударной волны при применении различного рода вооружений.

Анализ приведенных схемных решений защиты магистральных водоводов в горных условиях от гидравлических ударов позволяет сделать следующие выводы:

- при выборе устройств для предотвращения гидравлических ударов необходимо подвергать оценке вид материала труб, из которого выполнен водовод. Давление в водоводе не должно быть больше предельного значения давления – разрушения материала труб, указанного в ГОСТ на трубы из конкретного вида материала [8];
- эффективность противоударных средств, устанавливаемых на водоводе, определяется схемным решением, обеспечивающим полную защиту водовода от гидравлических ударов;

- применяемые схемные решения позволяют существенно сократить объемы потерь перекачиваемых жидкостей.

Список литературы

1. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах /Доклад/Труды Российских водопроводных съездов. IV-й РВС. 4-11 апреля 1899 г. в г. Одессе. – М. Тов. «Кушнарев и Ко», 1901. – С. 78-173.
2. Кузьмин Ю.М., Кошелев Г.Н. Водоснабжение. Часть 1. Водоснабжение объектов общевойскового строительства. ЛВВИСКУ, 1981. - 240с.
3. Гидроудар в трубопроводе – причины и последствия. <https://nasos-pump.ru/gidravlicheskie-udary/> (дата обращения 12.08.2020).
4. Дикаревский В.С., Продоус О.А. Коэффициенты расхода и сопротивления гасителя гидравлических ударов конструкции ЛИИЖТа. // Сборник трудов «Водоснабжение, канализация и охрана водоемов от загрязнений на железнодорожном транспорте», вып. 418. 1077. – С. 42-45.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ ZuluGIS 8.0 № 2014615667 от 30.05.2014.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ ZuluHydro 8.0 № 2014615347 от 26.05.2014.
7. Шипилов А. А., Усков К.А., Горобец А.Ю. Опыт проектирования магистральных трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения в особых горноклиматических условиях. // Журнал «Военный инженер» № 4 (10), 2018. - С. 20-29.
8. Продоус О.А., Шипилов А.А. Особенности проектирования трубопроводов систем водоснабжения для горных условий с высокой сейсмичностью. // Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» № 8, 2018. - С. 64-68.

Математическая модель оценки величины гидравлического удара в напорных трубопроводах канализационных насосных станций

Mathematical modeling of the estimate of the magnitude of the water hammer in pressure pipelines of sewage pumping stations

***Аннотация.** Произведено физическое и математическое моделирование гидравлического удара в напорном трубопроводе канализационной насосной станции, имеющей центробежный насос и устройства защиты. Представлена математическая модель, позволяющая оценить величину гидравлического удара, описывая последовательность изменения двух режимов работы обратного клапана: закрытие и открытие, полное закрытие. Приведены результаты компьютерного моделирования в программе ANSYS и экспериментов на узле регулирования стоков, показана хорошая сходимость этих данных.*

***Annotation.** Physical and mathematical modeling of water hammer in the pressure pipeline of a sewage pumping station with a centrifugal pump and protection devices has been carried out. A mathematical model is presented that makes it possible to estimate the magnitude of a water hammer, describing the sequence of changes in the spirit of the check valve operating modes: closing and opening, full closing. The results of computer simulation in the ANSYS program and experiments on the waste control unit are presented, and a good convergence of these data is shown.*

***Ключевые слова.** Гидравлический удар, напорный трубопровод, канализационная насосная станция, компьютерная модель, обратный клапан.*

***Key words.** Water hammer, pressure pipeline, sewage pumping station, pump station, computer model, check valve.*

При перекачке сточной жидкости по системе напорных трубопроводов канализационных насосных станций возможно возникновение гидравлических ударов.

В настоящее время отсутствуют, направленные на снижение интенсивности гидравлических ударов на канализационных насосных станциях, практические рекомендации, включающие выбор места установки и типа обратных клапанов, сочетание их совместной работы с устройством плавного пуска и т.п [8, 12]. По этой причине в Санкт-Петербурге проведен комплекс экспериментальных исследований, направленных на решение этой задачи [7]. В частности, экспериментальные исследования проведены на трех канализационных насосных станциях и узле регулирования стоков, по их материалам разработана методика пуско-наладочных работ на устройствах гашения гидравлических ударов на канализационных насосных станциях [1, 10, 11].

Методика позволяет найти оптимальную продолжительность пуска или остановки насосного агрегата при заданной величине развиваемого напора и снизить величину избыточного давления, возникающего при гидравлическом ударе в напорных трубопроводах канализационных насосных станциях. Однако данная методика одним из элементов включает комплекс экспериментальных исследований на канализационных насосных станциях, на которых проводятся пуско-наладочные работы. Проведение таких экспериментов на технологически сложных объектах опасно, так как может вызвать возникновение аварийных ситуаций [14, 15, 16]. В связи с этим возникла необходимость разработки математической

модели для оценки величины гидравлического удара.

Решение указанной задачи осуществлялось путем теоретического исследования явления гидравлического удара в загрязненных жидкостях, опираясь на обширный теоретический и экспериментальный материал, накопленный по данному вопросу для других напорных трубопроводных систем. В работе использовался метод физического моделирования на узле регулирования стоков, метод математического моделирования системы напорный трубопровод – обратный клапан в программном комплексе ANSYS.

Для теоретического обоснования процессов возникновения, распространения и ликвидации волн давления в трубопроводной системе необходимо представить математическое описание для каждого компонента системы: трубопровода и обратного клапана.

1. Математическая модель системы напорный трубопровод – обратный клапан

В большинстве источников математическая модель, которая описывает распространение волны давления в трубопроводе, с некоторыми отличиями приведена к системе двух дифференциальных уравнений в частных производных [2...5]

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial t} + \rho \cdot a^2 \cdot \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \\ \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{4 \cdot \tau_0}{\rho \cdot d} = 0 \end{cases},$$

где a – скорость волны ударного давления; ρ – плотность сточной жидкости; d – внутренний диаметр трубопровода; τ_0 – касательное напряжение на стенке трубы; p – давление; u – скорость потока сточной жидкости; t, x – независимые переменные, соответственно, время и расстояние.

При неустановившемся режиме течения угловая скорость и угловое ускорение диска затвора связаны с углом открытия затвора следующими зависимостями:

$$\begin{aligned} \omega^D &= \frac{d\varphi}{dt}, \\ \varepsilon &= \frac{d^2\varphi}{dt^2}. \end{aligned}$$

Для моделирования работы клапана при неустановившемся режиме течения потока используется уравнение

$$Q \cdot |Q| = \mu_Q^2 \cdot S_{\text{эф}}^2 \cdot 2 \cdot g \cdot H_{1-2} = \mu_Q^2 \cdot S^2 \cdot \delta^2 \cdot 2 \cdot \frac{p_{1-2}}{\rho},$$

где Q – объемный расход через клапан; μ_Q – коэффициент расхода клапана; $S_{\text{эф}} = S \cdot \delta$ – эффективная площадь поперечного проходного сечения клапана; S – площадь поперечного проходного сечения полностью открытого клапана; δ – степень открытия клапана; H_{1-2} – потери напора на клапане; p_{1-2} – потери давления на клапане.

При величинах расхода больше минимального значения для нахождения давления за клапаном используется паспортная диаграмма перепада давления на клапане. Если величина расхода становится ниже минимального значения, клапан начинает закрываться. Неустановившийся характер работы клапана задается разными значениями степени открытия клапана, определяемыми на каждом временном шаге через предыдущие значения следующим образом [6]

$$\delta_n = \delta_{n-1} - \frac{2}{\tau^2} \cdot \left(\frac{p_{1-2}}{g \cdot \rho \cdot H_{1-2}^{CP}} - 1 \right) \cdot \Delta t^2,$$

где δ_{n-1} – степень открытия на предыдущем шаге (для полностью открытого клапана « $\delta_{n-1}=1$ »); τ – характерное время работы клапана (необходимое для перехода от полностью открытого до полностью закрытого состояния); H_{1-2}^{CP} – потери напора, определяемые по кривой потерь напора от среднего расхода в трубопроводе.

2. Физическая модель (узел регулирования стоков – УРС-422)

В качестве физической модели использовался узел регулирования стоков (УРС-422). УРС-422 – насосная станция большой производительности, необходимая для бесперебойной работы канализационного коллектора без заиливания.

При проведении моделирования на УРС-422 в соответствии с программой исследования имитировалось: пуск и остановка насосов, оснащённых устройством плавного пуска и другими защитными устройствами [7, 8].

На напорной линии насосных агрегатов установлены обратные клапана $D_y=400$ мм, предназначенные для защиты напорных сетей насосного оборудования от гидроударов (см. рис. 1, а).

а)



б)



Рис. 1. Общий вид защитного оборудования УРС-422: а) обратный клапан $D_y=400$ мм;

б) комбинированный воздушный клапан

Также для уменьшения воздействия гидравлического удара на напорной линии установлены комбинированные воздушные клапана, предназначенные для впуска и выпуска воздуха при пуске и остановке насосных агрегатов (см. рис. 1, б).

При остановке насосного агрегата (см. рис. 2) возникает колебание давления в момент закрытия комбинированного обратного клапана. При измерении давления после обратного клапана при его полном закрытии возникает гидравлический удар величиной 6,2 бар, начинающийся с фазы сжатия.

Далее происходит снижение давления с последующим затуханием. В середине фазы затухания давление повышается до 4,6 бар за счет интерференции продольных волн в трубопроводе. При измерении давления до обратного клапана возникают колебания давления, образуется интенсивная кавитация вплоть до распада колонны жидкости в вертикальном трубопроводе. Распад колонны жидкости по длине трубы и соударение ее отдельных частей приводит к пульсации давления до клапана с постепенным снижением до 0,3 бар.

Исследование, проведенное на УРС 422, выявило, что на станции при остановке насосных агрегатов возникают гидравлические удары, несмотря на установленные устройства

частотного регулирования, комбинированных обратных и воздушных клапанов.

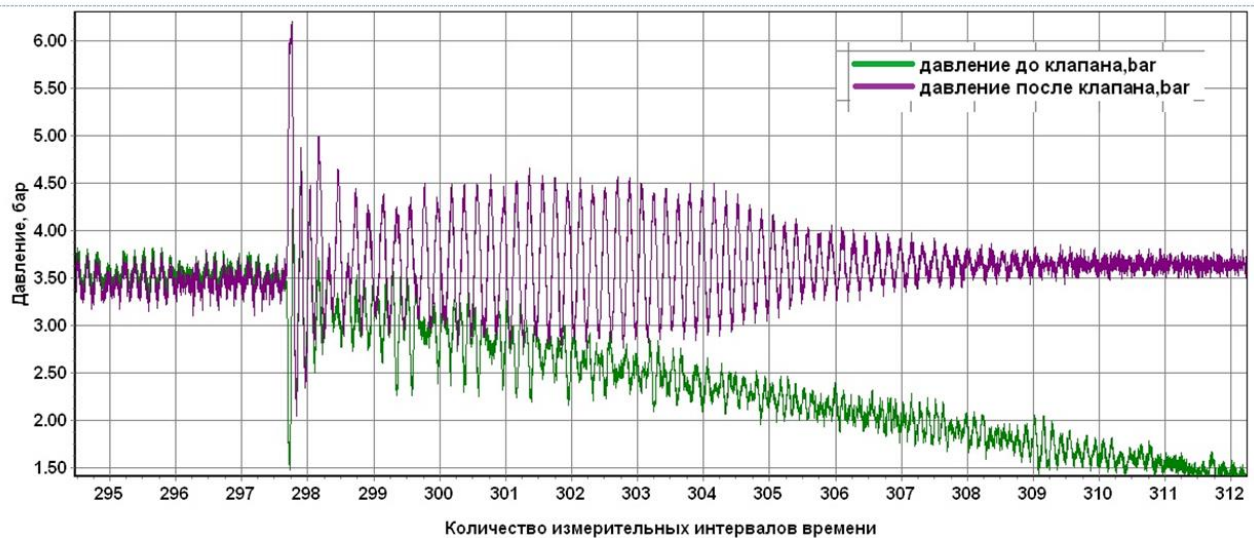


Рис. 2. Графики давления при остановке насосного агрегата

3. Компьютерное моделирование в программе ANSYS

Применение зависимостей, полученных при математическом моделировании, производится в среде ANSYS в следующей последовательности: создание геометрии модели, задание граничных условий и построение сетки [9]. Точка измерения величины давления находится между обратным клапаном и насосным агрегатом, этот участок и принят для моделирования.

Задача по выбору сетки формулируется следующим образом. Применим дифференциальные методы, в которых для построения сеток решается система дифференциальных уравнений.

Для решения поставленной задачи используем уравнения Лапласа, которые для двумерного случая имеют вид:

$$\nabla^2 \xi = 0, \nabla^2 \eta = 0.$$

Уравнения позволяют получить равномерную сетку, а для получения сгущения сетки в нужных областях течения используем так называемые контрольные функции $P(\xi; \eta)$, $Q(\xi; \eta)$ и уравнения Пуассона:

$$\nabla^2 \xi = P(\xi; \eta), \nabla^2 \eta = Q(\xi; \eta).$$

Контрольные функции могут быть заданы формулами:

$$P(\xi; \eta) = -\sum_{n=1}^N a_n \frac{(\xi - \xi_n)}{|\xi - \xi_n|} e^{-c_n |\xi - \xi_n|} - \sum_{n=1}^N b_i \frac{(\xi - \xi_n)}{|\xi - \xi_n|} e^{-d_i [(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^{1/2}]}$$

$$Q(\xi; \eta) = -\sum_{n=1}^N a_n \frac{(\eta - \eta_n)}{|\eta - \eta_n|} e^{-c_n |\eta - \eta_n|} - \sum_{n=1}^N b_i \frac{(\eta - \eta_n)}{|\eta - \eta_n|} e^{-d_i [(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^{1/2}]}$$

где N – количество линий (координатных линий $\xi = \xi_n$ и $\eta = \eta_n$, а I – число точек (с координатами $\xi = \xi_i, \eta = \eta_i$), возле которых сетка должна сгущаться, коэффициенты a_n, c_n, b_i, d_i – положительные параметры.

Схема канализационной насосной станции с необходимыми для расчета характеристиками представлена на рис. 3. Точка измерения величины давления находится

между обратным клапаном и насосным агрегатом, этот участок и принят для моделирования. Так как в поставленной задаче необходимо определить место и характер гидравлического удара, а не воздействие и распространение по оборудованию и трубопроводам канализационной насосной станции, остальные участки: над обратным клапаном и перед насосным агрегатом не рассматриваются в модели, как не вариативные, не существенные и не участвующие в появлении гидравлического удара, а получающие воздействие от него.

В месте появления гидравлического удара принята плоскостная динамическая и статическая модель узла. Принята тетраидальная сетка размером 2 мм. Для уточнения воздействия гидравлического удара в районе стенок всех поверхностей в местах контакта и вдоль стен принято сгущение сетки.

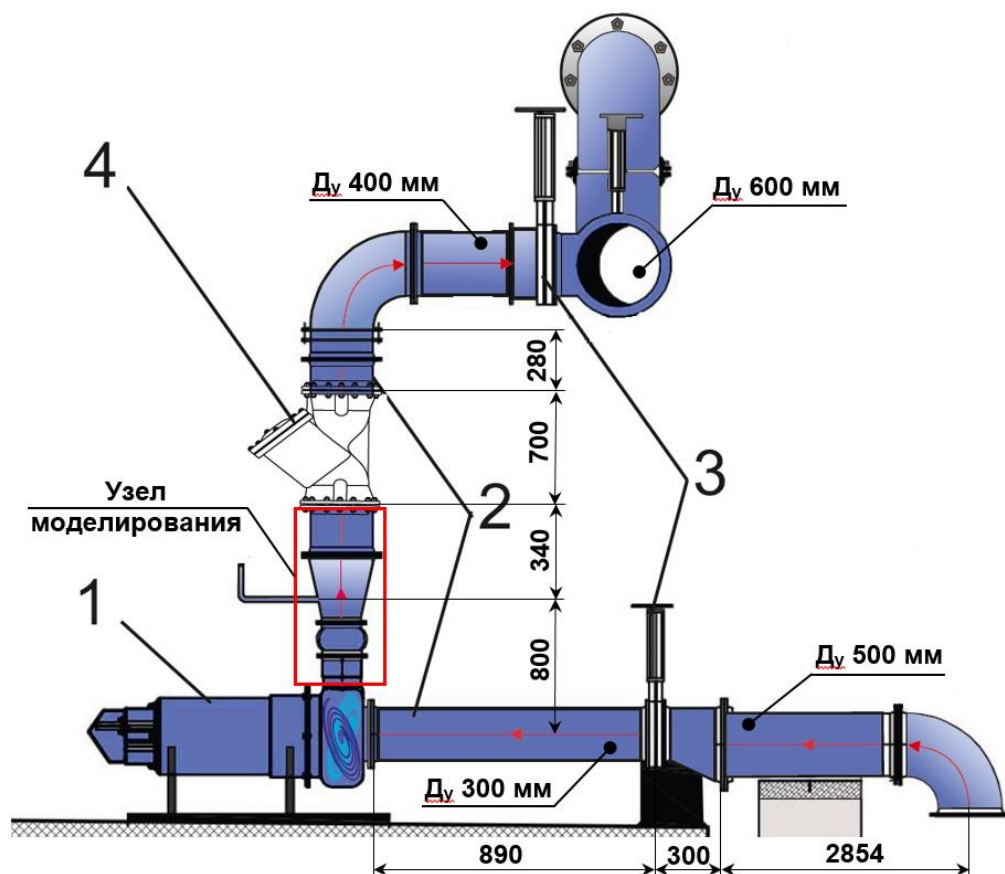


Рис. 3. Схема КНС для исследования гидравлического удара: 1 – насосный агрегат; 2 – трубопровод; 3 – шиберная ножевая задвижка; 4 – шаровой обратный клапан

После построение сетки решаем задачу в два этапа.

На **первом этапе** моделируем детальное закрытие клапана по заданным параметрам, с целью получения параметров давления, скорости движения жидкости у стенки обратного клапана (см. рис. 4).

Моделирование закрытие обратного клапана осуществлялось в различных скоростных режимах в диапазоне 0,1...1 сек. От положения полностью открыт до положения полностью закрыт. Расчёт клапана из положения – закрыт на 50 % не оказывает никакого влияния.

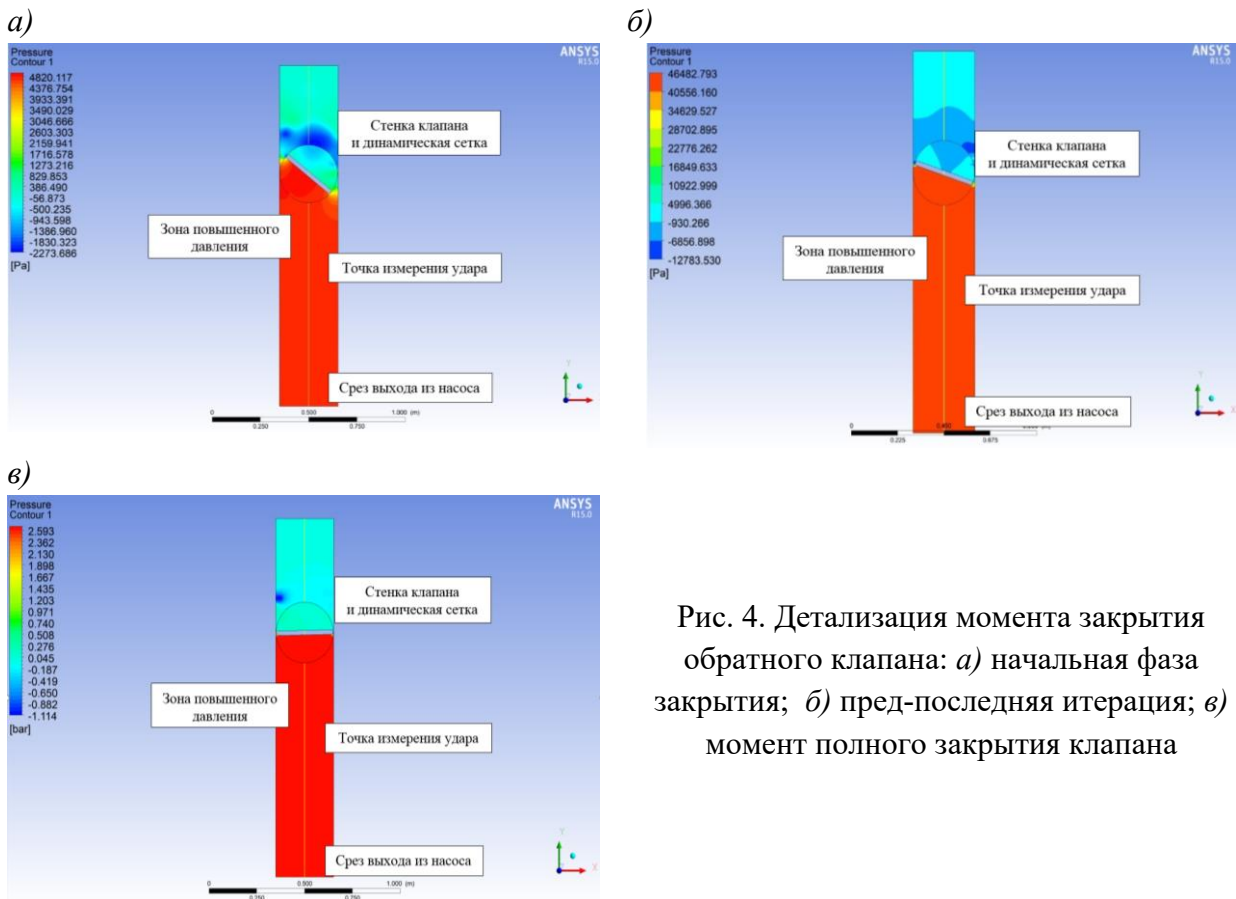


Рис. 4. Детализация момента закрытия обратного клапана: а) начальная фаза закрытия; б) пред-последняя итерация; в) момент полного закрытия клапана

В качестве моделей движения жидкости приняты *k-epsilon standard* и *k-w*. В модели *k-w* дополнительно задаём турбулентность 5...15% и гидравлический радиус.

Для корректного моделирования гидравлического удара, первоначально проведен отбор проб сточной жидкости, исследуемой канализационной насосной станции и получены ее характеристики.

Шаг расчёта принят в диапазоне $10^{-4}...10^{-5}$ сек, данный шаг выбран на основе рекомендаций по расчёту гидравлических ударов. Увеличение шага расчета приводит к пропуску детализации гидравлического удара. Необходимое количество шагов 100...10000, итерации в шаге – не менее 75.

Результаты моделирования гидравлического удара в виде детализации момента закрытия обратного клапана для трех стадий (начальная фаза закрытия, предпоследняя итерация и в момент полного закрытия клапана) приведены на рис. 4.

Данные, полученные на первом этапе моделирования, переносятся во вторую часть модели для расчёта в узле трубопровода от выхода насоса до стенки клапана.

На **втором этапе** моделируем развитие ударной волны после полного закрытия клапана для определения характера развития гидравлического удара (см. рис. 5).

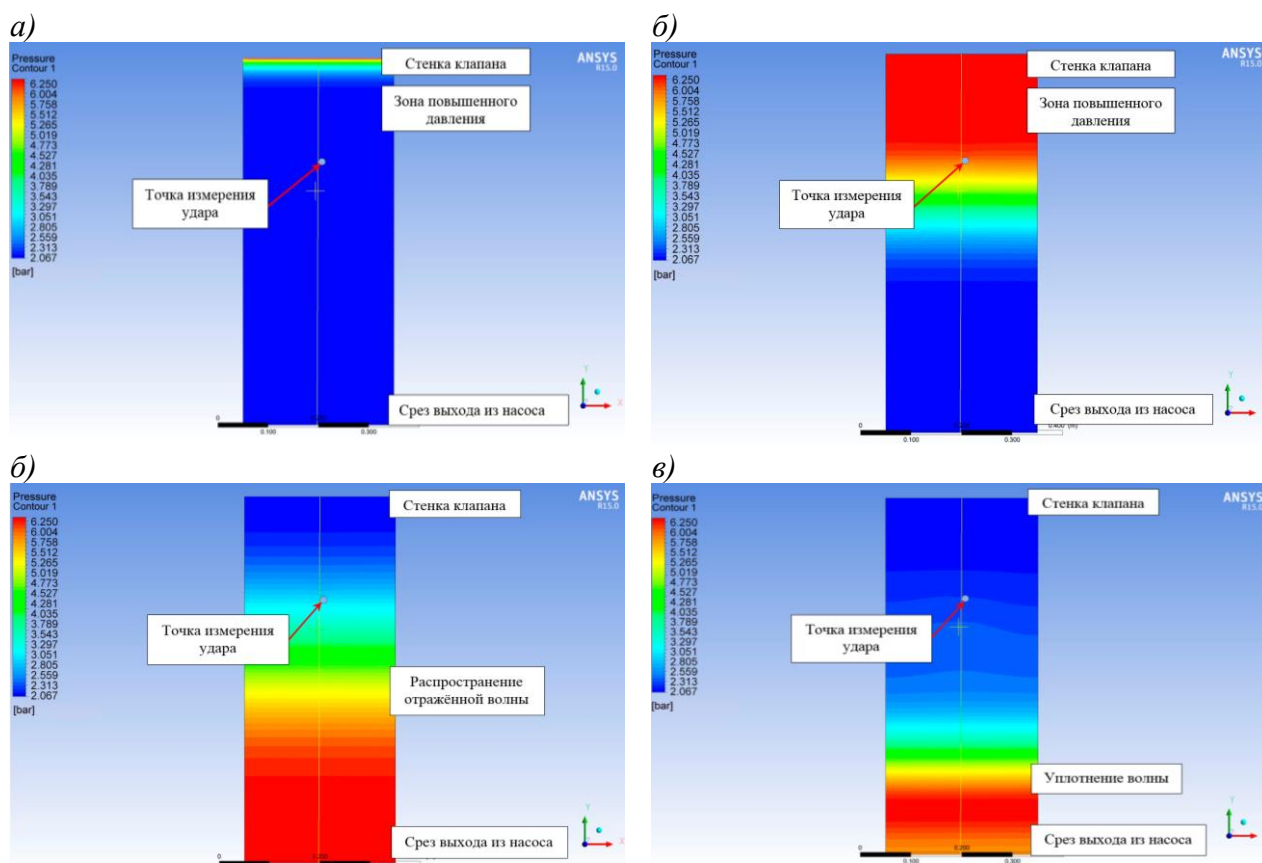


Рис. 5. Детализация гидравлического удара между обратным клапаном и насосом: а) момент полного закрытия клапана (образование зоны повышенного давления – 10^{-5} сек), б) распространение зоны повышенного давления $2 \cdot 10^{-4}$ сек, в) момент прихода волны к срезу насоса (остаточная скорость из насоса $0,1 \text{ м/с}$ – $5,1 \cdot 10^{-4}$ сек), г) возвратное движение волны повышенного давления – $8 \cdot 10^{-4}$ сек

Результаты моделирования развитие ударной волны в виде детализации гидравлического удара на участке между обратным клапаном и насосным агрегатом в момент полного закрытия клапана: образование зоны повышенного давления – 10^{-5} сек, распространение зоны повышенного давления $2 \cdot 10^{-4}$ сек, момент прихода волны к срезу насоса (остаточная скорость из насоса $0,1 \text{ м/с}$) – $5,1 \cdot 10^{-4}$ сек, возвратное движение волны повышенного давления – $8 \cdot 10^{-4}$ сек представлены на рис. 5.

4. Верификация физической и математической моделей

Достоверность, получаемых на математической модели результатов может быть доказана только путем сравнения с натурными данными.

Проведено сравнение результатов, полученных в результате экспериментальных данных на физической модели и математической модели в программном комплексе ANSYS в различных условиях.

Измерения на физической модели проводились с шагом в 10^{-4} сек (см. рис. 2), моделирование гидравлического удара в разработанной математической модели – с шагом 10^{-5} сек.

Графическое изображение результата сравнения (фрагмент) математической и физической моделей представлено на рис. 6.

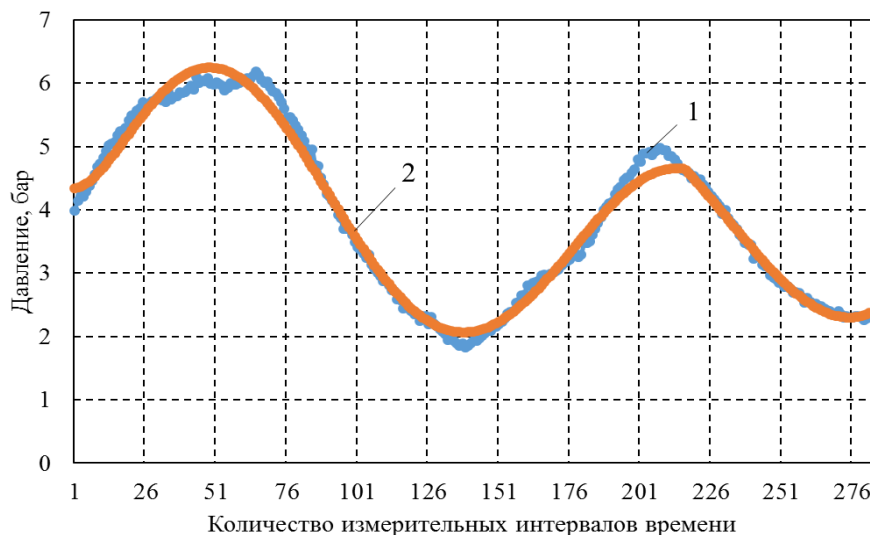


Рис. 6. Сравнение физической и математической модели (фрагмент участка): 1 – физическая модель гидравлического удара; 2 – математическая модель гидравлического удара

Разработанная математическая модель подтверждает экспериментальные данные и показывает хорошую сходимость с полученными в ходе экспериментальных исследований данными. Данная модель работает при низких скоростях потока и учитывает механику закрытия клапана и режимы остановки насосного агрегата.

Таким образом, разработана математическая модель, позволяющая оценить величину гидравлического удара в напорных трубопроводах канализационных насосных станций. Модель описывает последовательность изменения двух режимов работы обратного клапана: закрытие и открытие, полное закрытие [13].

Первая часть модели моделирует детальное закрытие обратного клапана по заданным параметрам, позволяет получить параметры давления, скорости движения жидкости у стенки клапана. Вторая часть модели после полного закрытия обратного клапана моделирует развитие ударной волны по полученным параметрам первой части модели, применение которой повышает точность расчета величины гидравлического удара и позволяет определить характер развития гидравлического удара.

Разработанная математическая модель, позволяет проводить мероприятия по гашению гидравлического удара на канализационных насосных станциях на стадии проектирования и проведения пуско-наладочных работ без проведения предварительных натурных измерений.

Список литературы:

1. 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.
2. Гликман, Б.Ф. Математические модели пневмогидравлических систем / Б.Ф. Гликман. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
3. Попов, Д.Н. Гидромеханика / Д.Н. Попов, С.С. Панайотти, М.В. Рябинин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 317 с.
4. Ледовский, Г.Н. Моделирование волны ударного давления в нефтепроводе с учетом варьирования скорости ее распространения / Г.Н. Ледовский, О.В. Кабанов // V Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники»: сб.тр. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. – С.146-147.

5. Ледовский, Г.Н. Влияние обратного и перепускного клапанов на параметры гидроудара при перекачке жидких углеводородов / Г.Н. Ледовский, А.Е. Белоусов, О.В. Кабанов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 3. – С.281-289.
6. Thorley, A.R.D. Fluid transients in pipeline systems / A.R.D. Thorley. – London: D.&L. George Ltd, 1991. – 265 p.
7. 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.
8. 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.
9. Денисов, М.А. Компьютерное проектирование. ANSYS: учебное пособие / М.А. Денисов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 77 с.
10. Саркисов С.В., Макаrchук Г.В., Медведева Л.В. Устройство для гашения гидравлического удара // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2019. № 4 (32). С. 45-48.
11. Чистяков А.Э., Саркисов С.В., Ершов Г.А. Решения по защите систем водоснабжения и водоотведения от гидравлического удара // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. - 2018. № 4 (10). С. 92-97.
12. Саркисов С.В. Насосы и воздухоудные станции: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2017.
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., 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.
15. Анисимов Ю.П., Саркисов С.В. Основные положения программы модернизации водопроводно-канализационного хозяйства министерства обороны российской федерации // Сборник докладов круглого стола «Современное состояние эксплуатационного содержания казарменно- жилищного фонда Министерства обороны России и инновационные пути перспектив его развития». - 2018. С. 55-63.
16. Игнатчик В.С., Саркисов С.В., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н.В., Сеньюкович М.А. Результаты оценки эффективности механизмов устранения затоплений территорий поверхностными сточными водами // Военный инженер, СПб, 2020. - № 2 (16). -с. 13-19.

А. П. Спирин, В. А. Митрахович

A. P. Spirin, V. A. Mitrakhovich

**Критериальные основания формирования у курсантов военных вузов
отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности**

**Criteria for the formation of the attitude of cadets of military universities to the
Russian national identity as a professional value**

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы формирования ценностного отношения курсантов военных вузов к российской национальной идентичности, раскрыты компоненты их отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности, представлены критерии и показатели сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности.*

***Abstract.** The article examines the formation of the value attitude of cadets of military universities to Russian national identity, reveals the components of their attitude to Russian national identity as a professional value, presents the criteria and indicators of the formation of cadets' attitude to Russian national identity as a professional value.*

***Ключевые слова.** Ценность, профессиональная ценность, ценностное отношение, военно-образовательный процесс.*

***Keywords.** Value, professional value, value attitude, military-educational process.*

В современной научной литературе наблюдается возрастающий интерес к теме идентичности, который английским социологом З. Бауманом определяется как взрыв, породивший «невиданный шквал мнений» [1].

Национальная идентичность стала объектом пристального внимания гуманитарных наук. Ей посвящены работы А.Г. Асмолова, В.Н. Бадмаева, Л.М. Дробижевой, В.В. Кочеткова, Г.У. Солдатовой, В.А. Тишкова и др.

Определение российской национальной идентичности в качестве предмета педагогического исследования, и, одновременно, цели образовательного процесса представлено в работах В.А. Тишкова [2], М.С. Инкижековой [3], С.В. Куликовой [4], Л.А. Семеновой [5], А.Н. Махилина, Т.Ю. Скибо [6] и др.

В рамках военной психологии и педагогики тема российской национальной идентичности видится принципиально важной. Для того чтобы курсанту стать настоящим профессионалом, ему необходимо чувствовать себя в единстве с огромной физической и духовной силой – российской нацией, «принять себя как представителя нации, осознать свои национальные особенности» [7, С.304]. Это предоставит военному служащему необходимый боевой, физический, психологический и духовный ресурс для обеспечения обороноспособности государства.

Тема формирования российской национальной идентичности у военнослужащих раскрывается в статьях Л.А. Кузнецовой [8], Л.В. Клименко, О.Ю. Посоховой [9].

На наш взгляд, важно формировать у военнослужащих не только саму российскую национальную идентичность, но и отношение к ней как профессиональной ценности. И именно курсантский период профессиональной жизни позволяет связать в единую систему мировоззрения российскую национальную идентичность и профессию. То, что они россияне, курсанты знают с детства, но что значит быть россиянином, рассматривать события с точки зрения своей принадлежности к российскому народу и осуществлять свою профессиональную деятельность с позиции российской национальной идентичности – все это требует особого внимания в военно-образовательном процессе.

Формирование у курсантов военных вузов ценностного отношения к российской национальной идентичности как педагогическая практика позволит военной образовательной системе внести весомый вклад в решение такой стратегической цели обеспечения национальной безопасности как «сохранение и развитие общероссийской идентичности народов Российской Федерации» [10].

Под российской национальной идентичностью мы понимаем личностное образование, содержание которого раскрывается в отождествлении курсантом себя с российской нацией (народом). Российская национальная идентичность предполагает принятие курсантом себя в качестве представителя своей нации, что включает в себя знание своих национальных особенностей, особые чувства по отношению к своему народу, и социальные (в том числе профессиональные) установки реализации и защиты национальных интересов и идеалов.

Формирование отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности требует специальной, целеориентированной организации военно-образовательного процесса. Прежде всего, системы диагностики уровня сформированности ценностного отношения к российской национальной идентичности у курсантов военных вузов.

Нами предлагается система критериев оценки сформированности рассматриваемого отношения. При этом Советский энциклопедический словарь определяет критерий как «средство для суждения – признак, на основании которого проводится оценка, определение или классификация чего-либо; мерило суждения, оценки» [11, С. 654]. В педагогической литературе под критерием понимаются «различные требования, которым должен удовлетворять какой-либо объект (субъект). Критерий должен отражать три вещи: почему и во имя чего субъект действует, что он совершает и как, какими средствами пользуется и при каких условиях» [12, С. 46].

Кроме этого в педагогической литературе при проведении опытно-экспериментальной работы выделяются следующие признаки, которым должны удовлетворять критерии: *объективность*, то есть позволять оценивать исследуемый признак однозначно, не допуская противоречивых толкований разными людьми; *адекватность*, *валидность*, то есть оценивать именно то, что педагог хочет оценить; *надёжность* точность и устойчивость показателей диагностируемого признака. Именно с помощью этих признаков критериев в дальнейшем будут оцениваться качество, ценность и эффективность опытно-экспериментальной работы. Совокупность всех критериев должна полно охватывать все существующие характеристики учебно-воспитательного процесса [13, С. 32].

Понятие «ценностное отношение» напрямую связано с понятием ценности. В рамках этого исследования мы рассматриваем ценность как значимость согласно С.Л. Рубинштейну, отметившему то, что «ценности – ...производны от соотношения мира и человека, выражая то,

что в мире, включая и то, что создает человек в процессе истории, значимо для человека» [14, С. 424]. Однако ценности приобретут активное начало в жизни человека только при условии сформированности у него отношения с миром, которое получило название ценностного. Ценностные отношения мы рассматриваем согласно теории В.Н. Мясищева, который выделил три аспекта отношений – эмоциональный, когнитивный, волевой [15, С. 214]. На основе этого мы рассматриваем три компонента профессионально-ценностных отношений к российской национальной идентичности: когнитивно-оценочный компонент, рефлексивно-смысловой компонент и мотивационно-деятельностный компонент.

Когнитивно-оценочный компонент предполагает наличие знаний о российской национальной идентичности как необходимой составляющей профессиональной деятельности военнослужащего.

Система знаний о российской национальной идентичности представлена тремя уровнями: на уровне представлений, понятий и идей (согласно концепции Л.П. Разбегаевой [16]).

На уровне представлений ценностное отношение базируются на осознании того, что такое ценность вообще, что значит «профессиональная ценность», какова роль ценностей в общественной жизни, профессиональной деятельности, что такое нация, российская нация и российская национальная идентичность.

На уровне понятия ценностное отношение к российской национальной идентичности выявляет себя как осмысление связи между российской национальной идентичностью и успешностью профессиональной деятельности военнослужащих, это знание о роли (функциях) российской национальной идентичности в профессиональной деятельности военнослужащего.

На уровне идей ценностное отношение к российской национальной идентичности проявляется в наличии у курсантов знаний о таких базовых национальных идеях, как:

общее историческое прошлое, единая судьба нации;

единая система ценностей, консолидирующая российский народ (патриотизм, коллективизм, милосердие, гуманизм, добро, честь, долг, справедливость, ответственность и др.);

общая ответственность за будущее российского государства.

Рефлексивно-смысловой компонент отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности предполагает поиск, осознание и принятие личностного смысла профессиональной ценности «российская национальная идентичность», то есть самосознание с позиции понимания значимости принадлежности к российской нации для военнослужащего и насколько сформирована российская национальная идентичность у курсанта.

В содержание *мотивационно-деятельностного компонента* отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности включается следующее: осознание и оценка курсантом соответствующих фактов, событий, явлений окружающей действительности с позиции того, что российская национальная идентичность является его профессиональной ценностью, на этой основе выбор и обоснование собственной модели действия; построение временной перспективы собственной учебной и профессиональной деятельности с учетом значимости российской национальной идентичности.

Таким образом, мотивационно-деятельностный компонент ценностного отношения к российской национальной идентичности касается как профессиональной подготовки, так и будущей профессиональной деятельности военного специалиста.

Указанный компонент возможно описать через следующие умения:

- умение выявлять признаки профессиональной ценности «российская национальная идентичность» в учебном материале, и в практической служебной деятельности оценить отношение к российской национальной идентичности у себя и других военнослужащих;
- умение обосновывать свое личное отношение к российской национальной идентичности как значимому и важному элементу выбранной ими профессии и транслировать его другим военнослужащим;
- умение планировать и прогнозировать собственную профессиональную деятельность с учетом императивной силы, то есть обязательного характера профессиональной ценности «российская национальная идентичность» как регулятора деятельности.

Мотивационно-деятельностный компонент находит выражение в готовности курсантов осознанно реализовывать в системе своей профессиональной деятельности отношение к российской национальной идентичности как профессиональной ценности.

Таким образом, структуру компонентов и критериев сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности можно представить следующим образом (см. таблицу 1):

Таблица 1

Критерии и показатели сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности

Компонент отношения	Критерии сформированности	Показатели сформированности
Когнитивно-оценочный	Полнота знаний о профессиональной ценности «российская национальная идентичность»	Знание о профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на уровне представлений
		Знание о профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на уровне понятий
		Знание о профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на уровне идей (идея общего исторического прошлого; идея единой системы ценностей, консолидирующей современное российское общество; идея общей ответственности за будущее российского государства)
	Характер оценочного отношения к профессиональной ценности «российская национальная идентичность»	Общая недифференцированная оценка
		Ситуативная оценка
Рефлексивно-смысловой	Степень осознанности собственной российской национальной идентичности	Позитивное оценочное суждение
		Наличие неопределенной, «размытой» российской национальной идентичности
		Неосознанное отождествление личности с российской нацией
		Осознанность личностью собственной российской национальной идентичности
	Степень осознанности личностной значимости профессиональной	Личностный смысл профессиональной ценности «российская национальная идентичность» присутствует, но не осознается

Компонент отношения	Критерии сформированности	Показатели сформированности
	ценности «российская национальная идентичность»	Личностный смысл профессиональной ценности «российская национальная идентичность» осознается для себя
		Личностный смысл профессиональной ценности «российская национальная идентичность» осознается для себя и для профессионального сообщества
Мотивационно-деятельностный	Степень сформированности ценностно-коммуникативных умений	Умение осуществлять отбор и анализ признаков профессиональной ценности «российская национальная идентичность» в учебном материале
		Умение обосновывать собственное отношение к профессиональной ценности «российская национальная идентичность»
		Умение осуществлять прогнозирование и планирование собственной деятельности на основе осознания и принятия профессиональной ценности «российская национальная идентичность»
	Полнота реализации деятельностных аспектов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности	Отсутствие влияния профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на деятельность
		Неосознанная реализация отдельных аспектов профессиональной ценности «российская национальная идентичность» в деятельности
		Способность осознанно регулировать собственную деятельность с учетом сформированности отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности

Полнота знаний о российской национальной идентичности как профессиональной ценности заключается в восприятии, констатации и сохранении в памяти личности курсанта результатов овладения информацией о российской национальной идентичности как профессиональной ценности.

Характер оценочного отношения предполагает формирование у курсантов устойчивого позитивного отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности, в основе данного отношения лежат особенности эмоционального восприятия курсантами информации о профессиональной ценности «российская национальная идентичность». Получая систему знаний о российской национальной идентичности, курсанты испытывают различные эмоции. Эмоции, которые захватывают надолго сознание человека, проникая в самые глубины разума, включая процесс мышления, являются эмоциональным переживанием. Именно на основе эмоционального переживания формируется устойчивое позитивное отношение к российской национальной идентичности как профессиональной ценности.

Степень осознанности курсантами своей российской национальной идентичности происходит в процессе диалогического общения личности с самой собой, с окружающими людьми, с профессиональным сообществом.

Степень осознанности курсантами личностной значимости профессиональной ценности «российская национальная идентичность» включает в себя осознание личностью собственной тождественности российской нации, ее историческому прошлому, культурным ценностям, будущему, а также осознание значимости российской национальной идентичности для будущей профессии.

Степень сформированности ценностно-коммуникативных умений (умение осуществлять отбор и анализ признаков профессиональной ценности «российская национальная идентичность» в учебном материале; умение обосновывать собственное отношение к профессиональной ценности «российская национальная идентичность»; умение осуществлять прогнозирование и планирование собственной деятельности на основе осознания профессиональной ценности «российская национальная идентичность») определяется следующими уровнями: низкий (элементарный), средний (частично-поисковый), высокий (преобразующий).

Полнота реализации деятельностных аспектов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности определяет степень регуляции личностью курсанта собственной учебной и профессиональной деятельности на основе осознания профессиональной ценности «российская национальная идентичность» как императива.

На основании критериев можно выделить уровни сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности (см. таблицу 2):

Таблица 2

Уровни сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности

Уровни	Основная характеристика уровней
Низкий (начальный)	– наличие общих элементарных представлений о профессиональных ценностях военнослужащего, о российской национальной идентичности как профессиональной ценности военнослужащего; локальный характер связи между имеющимися представлениями; – наличие общих недифференцированных оценок изучаемого личностного образования; – наличие неопределенной, «размытой» российской национальной идентичности у курсантов; – присутствие личностного смысла российской национальной идентичности как профессиональной ценности, но его неосознанность курсантами; – ценностно-коммуникативные умения элементарного информативного уровня сформированности; – отсутствие влияния профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на учебную и профессиональную деятельность курсантов; – отсутствие у курсантов способности прогнозировать свою профессиональную деятельность с учетом профессиональной ценности «российская национальная идентичность».

Уровни	Основная характеристика уровней
Средний (базовый)	– наличие знаний у курсантов основных структурообразующих идей (элементов) российской национальной идентичности как профессиональной ценности, наличие частично-системных связей между имеющимися знаниями; – наличие ситуативных оценок изучаемого личностного образования; – наличие неосознанного отождествления личности курсантов с российской нацией; – сформированность осознанного личностного смысла российской национальной идентичности; – ценностно-коммуникативные умения частично-поискового уровня сформированности; – сформированность умения обосновывать собственное отношение к профессиональной ценности «российская национальная идентичность»; – реализация отдельных аспектов профессиональной ценности «российская национальная идентичность» на неосознанном уровне; – наличие неосознанной способности прогнозировать свою профессиональную деятельность с учетом профессиональной ценности «российская национальная идентичность».
Высокий (осознанно-действенный)	– наличие полных и системных знаний о российской национальной идентичности как профессиональной ценности военнослужащего; наличие внутрисистемных связей между имеющимися знаниями; – наличие сформированных позитивных оценочных суждений об изучаемом личностном образовании; – осознанность и принятие личностью собственной российской национальной идентичности; – осознанность личностной и профессиональной значимости российской национальной идентичности; – ценностно-коммуникативные умения преобразующего уровня сформированности; – готовность осознанно регулировать и проектировать свою профессиональную деятельность с учетом сформированности отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности.

Выявленные уровни выступают в качестве эталона при соотнесении с конкретными обучающимися военных вузов и отнесении их к тому или иному уровню проявления отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности. Кроме того, они являются критериями результативности как в целом процесса формирования у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности, так и каждого отдельного этапа указанного процесса.

Таким образом, отношение курсантов к российской национальной идентичности как профессиональной ценности понимается нами как интегративное относительно устойчивое личностное образование курсантов, включающее в себя знания о профессиональной ценности и компонентах профессиональной ценности «российская национальная идентичность», о значении российской национальной идентичности в общественной жизни и

профессиональной деятельности курсантов, а также принятие курсантами российской национальной идентичности в качестве императива профессиональной деятельности.

В заключение хотелось бы отметить то, что представленные критерии для анализа сформированности у курсантов отношения к российской национальной идентичности как профессиональной ценности позволяют понять не только результат, но и сам процесс формирования рассматриваемого личностного образования, контролировать промежуточные этапы военно-образовательного процесса.

Список литературы:

1. Индивидуализированное общество / Зигмунт Бауман ; пер. с англ. под ред. В. Л. Иноземцева ; Центр исслед. постиндустр. о-ва, Журн. «Свобод. мысль». – Москва: Логос, 2002. – 325 с.
2. Тишков В.А. Российский народ: кн. для учителя. М.: Просвещение, 2010. 191 с.
3. Инкижекова М. С. Категории «национальная идентичность» и «патриотизм» в современном образовательном пространстве // Знание. Понимание. Умение. 2017. №4. С. 34–44.
4. Куликова С.В. Воспитание национального самосознания и патриотизма в России: от истории к современности // Известия ВГПУ, 2015. № 3 (98). С. 11–16.
5. Семенова Л.А. Формирование российской идентичности студентов в процессе обучения // Педагогическое образование в России, 2014. № 3. С. 88–92.
6. Махинин А.Н., Скибо Т.Ю. Российская идентичность молодежи в условиях социокультурных деформаций: возможности педагогического влияния // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2019. №11. С.114–123.
7. Спирина Т.П., Чиханова Е.В., Спирин А.П. Формирование ценностного отношения курсантов к национальной идентичности как актуальная педагогическая задача // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 302–304.
8. Кузнецова Л.А. Формирование военной идентичности воспитанника кадетского военного корпуса // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), № 3 (60), 2019. С. 52–55.
9. Клименко Л.В., Посохова О.Ю. Российские военнослужащие в условиях институциональных реформ: профессиональные установки и идентичность // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). 2018. Т. 10. № 2. С. 72–89.
10. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Президент России. — Режим доступа: URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40391> (дата обращения: 28.04.21).
11. Советский энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. А. М. Прохоров. - 2-е изд., М.: Советская энциклопедия, 1983. - 1600 с.
12. Митрахович В.А. Формирование воинской чести у военнослужащих, проходящих военную службу по призыву в Вооружённых Силах Российской Федерации: Дис. ...канд... пед... наук, Волгоград, 2002. 257 с.
13. Митрахович В. А. Формирование воинской чести у военнослужащих, проходящих военную службу по призыву в Вооружённых Силах Российской Федерации: монография. Астрахань: Издательский дом «Астраханский государственный университет», 2006. 128 с .
14. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. Человек и мир / С.Л. Рубинштейн. СПб.: Питер, 2003. 512 с.
15. Мясищев В.Н. Личность и неврозы / Гос. науч.-исслед. психоневрол. ин-т им. В.М. Бехтерева. Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1960. 426 с.
16. Разбегаева Л.П. Концепция ценностно-ориентированного гуманитарного образования: целевой и содержательный аспекты/ Л.П. Разбегаева. Волгоград, «Перемена», 2000. 115 с.

Результаты пилотажного исследования внедрения кейс–метода в практику изучения дисциплины «Физика» в военном техническом вузе

Results of a pilot study of the implementation of the case method in the practice of studying the discipline «Physics» in a military technical university

***Аннотация.** В статье рамках компетентностного подхода представлены результаты пилотажного исследования в Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого по проверке возможности достижения статистически значимого роста обученности курсантов в результате внедрения перспективного инновационного кейс–метода в практику изучения дисциплины «Физика».*

***Abstract.** Within the framework of the competence approach, the article presents the results of a pilot study at the Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny to test the possibility of achieving a statistically significant increase in the training of cadets as a result of the introduction of a promising innovative case method in the practice of studying the discipline «Physics».*

***Ключевые слова.** Компетентностный подход, кейс-метод обучения.*

***Keywords.** Competence-based approach, case study method.*

Использование кейс–метода (case–study) в ряде военных вузов рассматривают как «наиболее перспективную форму эффективной реализации проблемно-ситуационного обучения» [1].

По мнению Л.Ю. Ерохина, case-study является «ведущим методом компетентностного подхода... методом активного проблемно-ситуационного анализа, основанного на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов). Метод, интегрирующий в себе моделирование, системный анализ, проблемный метод, мыслительный эксперимент, классификацию, игру и т. д.» [2, С. 77].

С.В. Киевцева определяет «кейс-метод как механизм реализации компетентностного подхода» [3, С. 749].

И.А. Зимней разработаны представления о построении педагогических процессов на основе компетентностного подхода, который «усиливает практическую ориентированность образования, делает акцент на операциональную сторону образовательного результата» [4]. «Смысл компетентностно ориентированного профессионального образования заключается в развитии у обучающихся способности к самостоятельному принятию решений на основе полученного жизненного и профессионального опыта» [5, С. 121].

Также следует отметить позицию В.А. Болотова и В.В. Серикова, которые рассматривают компетентностный подход как «условие формирования способности

выпускника вуза действовать эффективно за пределами изученных под руководством преподавателей учебных ситуаций» [6].

С учетом прямой ориентированности компетентного подхода на решение задач формирования компетенций, составляющих ядро требований ФГОС ВО, а также той ведущей роли кейс-метода в реализации компетентного подхода, на которую указывает большинство авторов, использующих методы case-study, было принято решение об экспериментальной апробации кейс-метода в практике изучения дисциплины «Физика».

В 2020 году на кафедре физики ВАС был проведен пилотажный педагогический эксперимент по оценке целесообразности внедрения перспективного инновационного кейс-метода обучения. Выбор этого метода обучения был произведен в результате принятия по схеме описанной в О. Л. Осадчук и Е. Г. Галаянской для решения задач проектирования обучения компетентного подхода, который считается непосредственно ориентированным на выполнение современных требований к уровню подготовки обучающихся (требований к формированию компетенций). «В процессе реализации этого подхода учитывались мнения о нем, а также результаты его апробации, представленные в современных педагогических публикациях» [7].

Эксперимент имел целью проверку возможности достижения статистически значимого роста обученности в результате внедрения кейс-метода. Эксперимент проводился в 7 учебных группах курсантов 1 курса в феврале-марте 2020 года по учебной дисциплине «Физика» одним и тем же преподавателем. В шести экспериментальных группах, обозначенных как ЭГ1-ЭГ6, внедрялся кейс-метод. Седьмая группа, обозначенная как КГ, являлась контрольной, в ней сохранялась традиционно принятая методика обучения. В целях оценки однородности учебных групп до начала и после окончания эксперимента курсантам предъявлялись тесты, включающие по 10 соответствующих тестовых заданий. Результаты тестирования оценивались числом правильных ответов.

Результаты эксперимента сначала оценивались в общепринятом обобщенном виде, когда все полученные данные контроля обученности сводятся в две выборки: 1) выборка результатов, полученных с применением первого варианта исследуемого фактора; 2) выборка результатов, полученных с применением второго варианта исследуемого фактора. В нашем случае в первую выборку были включены результаты экспериментальных групп ЭГ1-ЭГ6, а во вторую выборку – результаты контрольной группы КГ (см. табл. 1). Оценки однородности результатов эксперимента по критерию Манна-Уитни при такой их компоновке также представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Анализ результатов эксперимента при их разделении по признаку используемой технологии обучения

Число правильных ответов	ЭГ1 - ЭГ6		КГ	
	до начала эксперимента	после окончания эксперимента	до начала эксперимента	после окончания эксперимента
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	1	0	0
4	4	2	0	0
5	0	7	0	0

Число правильных ответов	ЭГ1 - ЭГ6		КГ	
	до начала эксперимента	после окончания эксперимента	до начала эксперимента	после окончания эксперимента
6	29	4	4	1
7	0	8	0	5
8	66	71	10	12
9	10	7	0	3
10	32	41	9	2
Всего	141	141	23	23
МО	7,97	8,28	8,43	8,00
СКО	1,53	1,47	1,47	0,95
Оценка однородности ЭГЭГ и КГ по U-критерию Манна-Уитни				
до начала эксперимента		после окончания эксперимента		
$U_{\text{ЭМП}}= 1370 (z=-1,189); p = 0,234$		$U_{\text{ЭМП}}= 1322,5 (z=1,414); p = 0,159$		
Принимается гипотеза H_0 : Статистически значимых различий между результатами экспериментальных групп и контрольной группы нет				

При такой компоновке данных эксперимента отсутствие значимого роста результатов обучения может объясняться либо недостатками в деятельности преподавателя, либо низкой эффективностью внедряемого кейс-метода.

Однако в соответствии с методологией педагогических исследований «при исследовании сложных педагогических явлений нельзя ограничиваться выявлением суммарного эффекта комплекса педагогических воздействий, а необходима изолированная проверка истинности или эффективности каждого отдельного приема, фактора, условия; иначе говоря, необходима постановка более узких, но зато более точных педагогических экспериментов» [8, С. 97]. В соответствии с этой рекомендацией Н.М. Скаткина было принято решение анализировать отдельно результаты каждой из экспериментальной группы. В целом, анализ результатов эксперимента при их разделении по учебным группам и признаку используемой технологии обучения в обобщенном виде представлен в табл. 2.

Таблица 2.

Анализ результатов эксперимента при их разделении по учебным группам и признаку используемой технологии обучения

Число пра- вильных ответов	ЭГ1		ЭГ2		ЭГ3		ЭГ4		ЭГ5		ЭГ6		КГ	
	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
6	6	1	4	0	4	0	5	3	6	0	4	0	4	1
7	0	1	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	5
8	8	13	14	16	10	17	11	4	11	8	12	13	10	12

Число пра- вильных ответов	ЭГ1		ЭГ2		ЭГ3		ЭГ4		ЭГ5		ЭГ6		КГ			
	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД		
9	5	0	0	0	0	0	3	0	2	6	0	1	0	3		
10	5	9	6	9	9	6	3	0	4	9	5	8	9	2		
Σ	25	25	25	25	23	23	22	22	24	24	22	22	23	23		
МО	7,96	8,48	8	8,72	8,43	8,52	7,95	6,05	7,58	8,96	7,91	8,77	8,43	8,00		
СКО	1,65	1,36	1,53	0,98	1,47	0,90	1,29	1,46	1,64	0,95	1,57	0,97	1,47	0,95		
Различия параметров «вход» всех групп по критерию Крускала-Уоллиса																
hэмп. = 4,978; p = 0,547. Принимается гипотеза H0: Статистически значимых различий между результатами групп нет.																
Различия параметра «вход» ЭГ с параметром «вход» КГ по критерию Манна-Уитни																
U0,01	174		174		158		150		166		150					
U0,05	207		207		189		180		198		180					
Uэмп	246,5		245		264,5		206,5		199		208,5					
Оценка	незначимы		незначимы		незначимы		незначимы		незначимы		незначимы					
Различия параметров «выход» всех групп по критерию Крускала-Уоллиса																
hэмп = 57,293; p = -2.09008211836e+13 Принимается гипотеза H1: Различия между результатами групп статистически значимы при p≤0,01																
Различия параметров «вход-выход» всех групп по критерию Манна-Уитни																
U0,01	192		192		158		142		174		142		158			
U0,05	227		227		189		171		207		171		189			
Uэмп	267,5		235		264		79.5		147		168		209			
Оценка	незначимы		незначимы		незначимы		значимо ниже		значимо выше		неопределенны		незначимы			
Различия параметра «выход» ЭГ с параметром «выход» КГ по критерию Манна-Уитни																
U0,01	174		174		158		150		166		150					
U0,05	207		207		189		180		198		180					
Uэмп	217		185		193		70,5		137,5		162					
Оценка	незначимы		неопределенны		незначимы		значимо ниже		значимо выше		неопределенны					

В табл. 2 под параметрами «вход» и «выход» понимаются результаты тестирования ЭГЭГ и КГ перед началом и после окончания эксперимента. Проверка однородности уровня обученности в ЭГЭГ и КГ перед началом и после окончания эксперимента производилась с использованием критериев Крускала-Уоллиса и Манна Уитни. Расчет значений соответствующих показателей производился на онлайн-калькуляторах, представленных на сайтах <https://www.psychol-ok.ru/statistics/> и <https://www.eztests.xyz/criteria/>.

Представленные в табл. 2 результаты статистического анализа данных эксперимента по критерию Крускала-Уоллиса свидетельствуют: 1) перед началом эксперимента все учебные группы (шесть экспериментальных групп и одна контрольная группа) были однородны; 2) после окончания эксперимента в результатах учебных групп (шести экспериментальных и одной контрольной групп) появились статистически значимые различия. Характер этих различий был выявлен путем сравнения результатов каждой из шести экспериментальных групп (ЭГ1-ЭГ6) с результатами контрольной группы (КГ) по критерию Манна-Уитни.

Анализ уровня обученности учебных групп по критерию Манна-Уитни подтвердил однородность каждой из экспериментальных групп с контрольной группой до начала эксперимента, а также неизменность уровня обученности КГ в процессе эксперимента.

Результаты анализа различий показателей тестирования до начала и после окончания эксперимента (параметров «вход-выход») всех групп по критерию Манна-Уитни свидетельствовали о вариативности изменений показателя роста результатов обучения: 1) рост может быть незначимым (ЭГ1, ЭГ2, ЭГ3, КГ); 2) рост может быть значимо отрицательным (ЭГ4), т.е. трансформироваться в статистически значимое снижение; 3) рост может быть значимо положительным (ЭГ5); 4) рост может быть неопределенным (ЭГ6). Эта вариативность характера изменений результатов обучения была подтверждена путем сравнения результатов экспериментальных групп и контрольной группы после окончания эксперимента.

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют, что внедрение инновационного кейс-метода вызвало как статистически значимый рост уровня обученности в ЭГ5, так и статистически значимое снижение этого показателя в ЭГ4, а также неопределенные изменения уровня обученности в ЭГ2 и ЭГ6, и, наконец, закончилось отсутствием значимых изменений в ЭГ1 и ЭГ3.

Результаты анализа различий в учебных достижениях экспериментальных и контрольной групп по критерию Манна-Уитни в явном виде демонстрируют ошибочность сделанных на основании данных табл. 1 предположений о том, что отсутствие значимого роста результатов обучения в экспериментальных группах могло объясняться либо недостатками в деятельности преподавателя, либо низкой эффективностью внедряемого кейс-метода. В процессе эксперимента в ЭГ1-ЭГ6 как характеристики деятельности преподавателя, так и характеристики внедряемого кейс-метода выступали в качестве детерминированных факторов, оказывающих одинаковые воздействия на контингент обучающихся всех экспериментальных групп. Поэтому эти факторы не могли являться причиной вариативности результатов обучения в экспериментальных группах. Единственным фактором, который мог вызвать анализируемую вариативность результатов обучения в экспериментальных группах, являются специфические особенности контингента обучающихся этих групп.

Таким образом, пилотажное исследование по проверке возможности достижения статистически значимого роста обученности курсантов в результате внедрения перспективного инновационного кейс-метода в практике изучения дисциплины «Физика» позволило определить следующие противоречия:

- между постулируемой в педагогике зависимостью результатов обучения от специфических особенностей контингента обучающихся и отсутствием в практике реализации педагогических методологических подходов к проектированию обучения действий по учету этих особенностей;
- между общепринятой в практике педагогических исследований достаточностью оценивания однородности контингента обучающихся по единственному показателю уровня обученности и недостаточностью характеристики обученности для объяснения различий в результатах педагогических экспериментов.

Список литературы

1. Жириков С.А. Кейс как образовательная технология. // Военное обозрение. 2020. № 1 (7). С. 41–43.
2. Ерохина Л.Ю. Case-study как метод формирования компетенций // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. №8–1. С. 76–80.
3. Киевцева С.В. Компетентностный подход в образовании как способ достижения нового качества образования. Кейс-метод как механизм реализации компетентностного подхода. // Преимущество в образовании. 2019. № 22(06). С. 749–757.

4. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
5. Лопанова Е.В. Профессионально-педагогическая компетентность преподавателя вуза: структура, содержание, оценка сформированности // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2015. – № 6. – С. 121.
6. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8–14.
7. Осадчук О.Л., Галянская Е.Г. Современные методологические подходы к исследованию педагогических процессов. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 3–3. С. 463–467.
8. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований: В помощь начинающему исследователю. – М.: Педагогика, 1986. – 150 с.

Применение методов математической статистики для исследования взаимосвязи различных показателей в педагогической и психологической практике специалистов Министерства обороны Российской Федерации

Application of mathematical statistics methods to study the relationship of various indicators in the pedagogical and psychological practice of specialists of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение методов математической статистики в педагогической и психологической практике специалистов Министерства обороны Российской Федерации, а именно один из способов определения взаимосвязи между двумя переменными. Представлена авторская программа автоматизации и оптимизации процесса проведения расчетов и их использования в повседневной деятельности.

Abstract. This article considers the application of mathematical statistics methods in the pedagogical and psychological practice of specialists of the Ministry of Defense of the Russian Federation, namely, one of the ways to determine the relationship between two variables. The author's program of automation and optimization of the calculation process and their use in everyday activities is presented

Ключевые слова. Педагогическая практика командира, психологическая практика командира, управление подразделением, зависимость между показателями, корреляция, коэффициент r -Пирсона, оптимизация, автоматизация.

Key word. Pedagogical practice of the commander, psychological practice of the commander, unit management, dependence between indicators, correlation, r -Pearson coefficient, optimization, automation

Актуальность. Проведение педагогических и психологических экспериментов неразрывно связано с применением метода количественных исследований, который позволяет связать теоретические предположения и практическую составляющую. Данный метод дает возможность провести эмпирическое исследование какого-либо явления с большей объективностью, позволяя определить и осуществить проверку взаимосвязей. Иными словами, с помощью такого подхода возможна проверка различных теорий и гипотез на основе обработки характеризующих их экспериментальных данных, выраженных числовыми величинами, получение численного результата.

Однако необходимо заметить, что простого сбора данных о каком-либо процессе недостаточно, чтобы сделать какие-либо выводы, как бы объективно и корректно они не были собраны. Поэтому основополагающей составляющей метода количественных исследований является применение различных подходов и приемов математической статистики, с помощью которых возможны анализ и интерпретация собранных данных.

Одним из наиболее ярких примеров количественного исследования в педагогике и психологии является определение линейной зависимости между двумя показателями, или корреляции. Поэтому в данной статье предлагается рассмотреть механизмы нахождения

зависимости каких-либо показателей в сфере педагогической практики командира подразделения Министерства обороны (МО) Российской Федерации [9, 10, 13].

Прежде всего, необходимо обратить внимание на актуальность и необходимость нахождения зависимости между показателями в деятельности специалистов МО Российской Федерации. Несомненно, грамотная организация повседневной деятельности подразделения, а также педагогическая и психологическая работа с личным составом предполагает тщательное планирование и исследование ее эффективности на различных этапах с учетом различных условий и влияющих факторов. Достижение поставленной перед подразделением цели и решение многих задач также зависит от многих факторов и внешних условий. Поэтому перед командиром очень часто встает вопрос о необходимости определения зависимости между двумя показателями (переменными), с целью увеличения внимания к тем факторам, которые наиболее сильно влияют на выполнение конкретной задачи [11, 12]. Ведь данный подход, несомненно, позволит минимизировать затраты ресурсов на ее достижение.

Именно поэтому процесс поиска взаимосвязи между двумя переменными, а именно применение этого способа командиром в повседневной деятельности является крайне важным и требует оптимизации применения в целях упрощения проведения расчетов и более широкого его применения.

Основные положения

В математической статистике, которая неразрывно связана с аппаратом количественных исследований, существует понятие корреляционной зависимости или корреляции – статистической взаимосвязи двух и более величин. Самым наглядным способом представления характера исследуемой взаимосвязи (корреляции) является диаграмма рассеивания – график, оси которого соответствуют значениям двух переменных, а каждый испытуемый объект являет собой точку на графике. Однако, диаграмма рассеивания не дает конкретной информации и не является точной характеристикой исследуемой взаимосвязи [1, 2, 3].

В качестве числовой характеристики для описания этой взаимосвязи существуют коэффициенты корреляции – количественная мера силы и направления вероятностной взаимосвязи этих величин. Существует множество различных коэффициентов корреляции и методов их определения, однако остановимся мы на одном из наиболее важных и универсальных – коэффициенте r -Пирсона.

Коэффициент r -Пирсона применяется для изучения взаимосвязи двух метрических переменных, измеренных на одной и той же выборке. Проще говоря, данный коэффициент применим, к примеру, при определении взаимосвязи некоторых качеств военнослужащих в рамках одного подразделения. То есть данный коэффициент позволяет командиру подразделения производить оценку взаимосвязи, не используя большого объема статистических данных других подразделений, ограничившись своим. Данный подход является наиболее удобным в условиях военной службы, когда командир может быть ограничен в статистических данных только теми данными, которые характеризует именно его подразделение.

Коэффициент корреляции Пирсона может принимать значение в диапазоне от (-1) до (+1), причем значение (+1) означает, что между исследуемыми переменными существует линейная прямопропорциональная (положительная) связь, (-1) – линейная обратнопропорциональная связь, 0 – отсутствие линейной связи [4, 5, 6].

Определение коэффициента корреляции неразрывно связано с диаграммой рассеивания. Положение каждой i -точки (испытуемого с номером i) можно задать величинами и знаками

отклонений соответствующих значений переменных от своих средних величин: $(x_i - M_x)$ и $(y_i - M_y)$. Заметим, что если знаки этих отклонений совпадают, то это свидетельствует в пользу положительной взаимосвязи между переменными.

В таком случае, если произведение отклонений исследуемых величин $(x_i - M_x)(y_i - M_y)$ положительное, то данные i -го испытуемого говорят о прямой (положительной) связи, если отрицательное – то об обратной (отрицательной) взаимосвязи. Соответственно, общий характер взаимосвязи будет определяться большинством таких произведений, показателем которого может служить сумма всех произведений отклонений от данной выборки:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)$$

Чтобы избавиться от зависимости данной суммы от объема выборки, выполним ее усреднение. Т.к. искомый коэффициент взаимосвязи нас интересует не как генеральный параметр, а как вычисляемая его оценка – статистика, то выполним деление суммы произведений отклонений не на n , а на $n - 1$ (также, как и в формуле дисперсии). Полученная мера взаимосвязи переменных получила широкое применение в физике и называется ковариацией:

$$COV_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(n - 1)}$$

Необходимо заметить, что ковариация довольно чувствительна к масштабу шкалы производимых испытаний (дисперсии), а также является зависимой от конкретных единиц измерения сравниваемых признаков (для психологии и педагогики большинство переменных измеряется произвольными величинами, что также будет сказываться на точности результата). Для решения данной проблемы достаточно разделить ковариацию на соответствующие средние квадратические отклонения величин. Полученное выражение будет являть собой формулу коэффициента корреляции Пирсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(n - 1)\sigma_x\sigma_y}$$

где: M_x, M_y – средние значения переменных;

n – количество значений переменных;

$(x_i - M_x), (y_i - M_y)$ – отклонения i -х значений переменных от среднего значения

σ_x, σ_y – среднеквадратические отклонения величин

Определяются σ_x и σ_y по формулам:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}{n - 1}}$$

Эти формулы сведем в общую:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}}$$

Полученное уравнение является основной формулой коэффициента корреляции Пирсона. Однако данная формула, трудоемка для вычисления. Кроме того, подобные вычисления могут занять большое количество времени, а также требуют знаний основ математической статистики. Практика показывает, что командиры подразделений зачастую не

обладают данными навыками, и, в силу этого, научный подход в управлении подразделением не применяют.

Для решения подобного рода задач удобно использовать различные программы, которые реализованы на ЭВМ [7, 8]. Для исследования взаимосвязи различных показателей педагогической практики разработана программа для ЭВМ под названием «Программа расчёта корреляции между уровнем подготовки командира и готовности подразделения к выполнению задач» (рис.1).

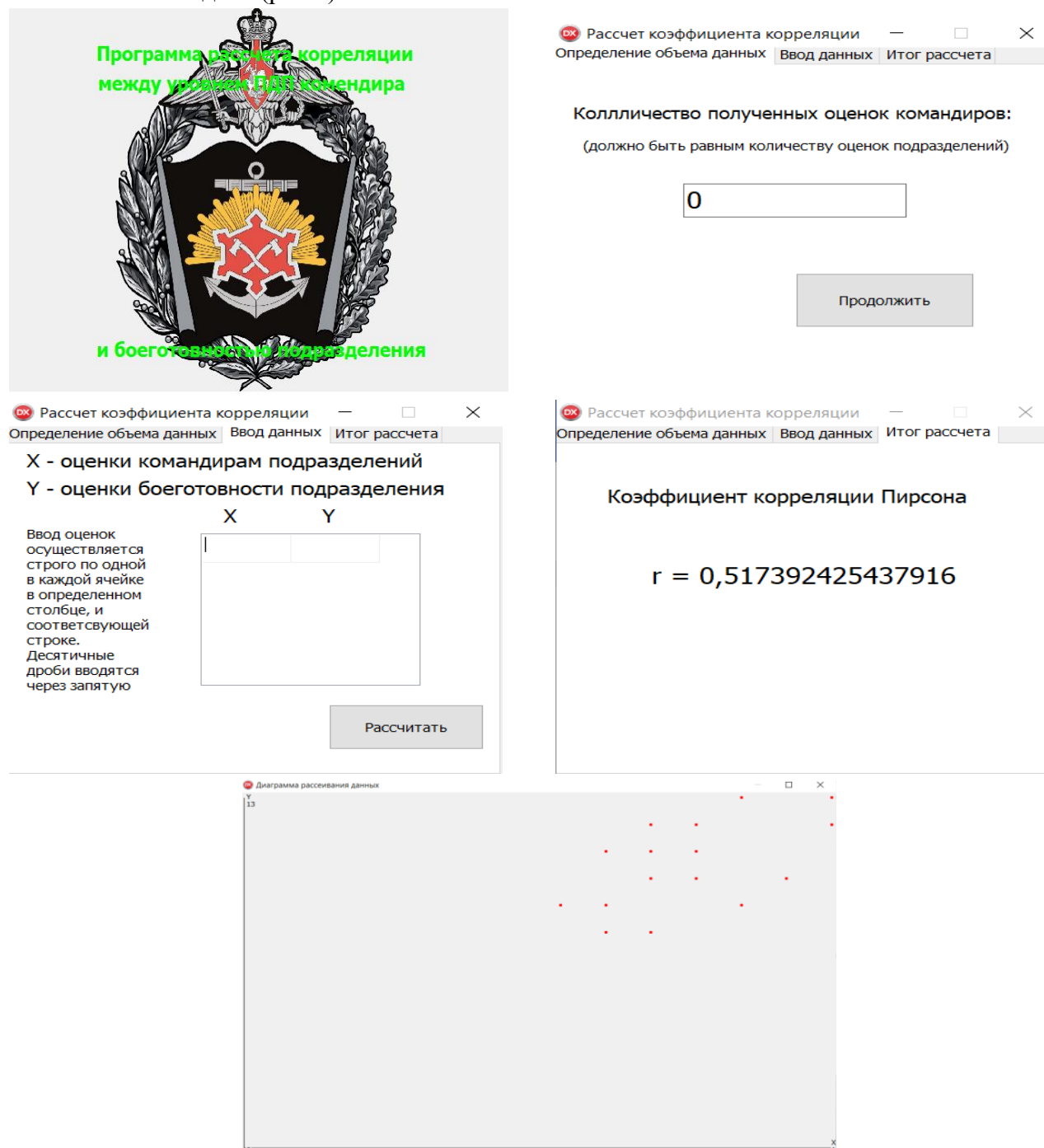


Рисунок 1. Интерфейс программы

Данная программа позволяет не только определять коэффициент корреляции Пирсона двух переменных, но и осуществляет построение диаграммы рассеивания данных, по конкретной задаче, с помощью которой можно наглядно видеть наличие взаимосвязи.

Разработанная программа за счет удобного интерфейса и автоматизации вычислений позволяет существенно сократить время на определение взаимосвязи двух переменных, в

частности, показателя профессионально-должностной подготовки офицера и боеготовности подразделения. Программа содержит несколько последовательно открывающихся вкладок и окон, в которых осуществляется ввод необходимых данных и выводится полученный результат. Причем данная программа может использоваться для расчета взаимосвязи любых других переменных (свойств, факторов), т.к. математический аппарат расчета не отличается.

Выводы: 1. В данной статье было обоснована необходимость нахождения зависимости между многочисленными факторами, условиями повседневной служебной, педагогической и психологической деятельности для командиров подразделений, описана математическая модель нахождения этой зависимости;

2. Предложена программа по оптимизации процесса нахождения корреляции, которая показала свою эффективность во время проведения психологических и педагогических экспериментов в ходе повседневной деятельности в Военном институте (инженерно-техническом).

Список литературы:

1. Шмойлова Р.А. Общая теория статистики. Учебник. М., 2002.
2. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. М., 1976.
3. Закс Л. Статистическое оценивание. М., 1976.
4. Рунион Р. Справочник по непараметрической статистике М., 1982.
5. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие . СПб.: Речь, 2004.
6. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование: методы наглядного представления данных. М., 1988.
7. Боровиков В. Statistika. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб., 2003.
8. Осипов Д. Delphi: Профессиональное программирование. М., 2006.
9. 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.
10. 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.
11. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Медведева Л.В. Актуальные психологические аспекты воспитания дисциплинированности личного состава // Научно-аналитический журнал вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 4. С. 224-230.
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., 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.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
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
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
Гринев Алексей Павлович , преподаватель кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: apgrinev69@yandex.ru	Grinev Aleksey P. , 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
Дубинин Сергей Григорьевич , кандидат технических наук профессор, кафедры технического обеспечения, ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail:	Dubinin Sergey G. , candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Support The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail:
Жогликов Олег Валерьевич , адъюнкт, ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail:	Zhoglikov Oleg V. , post graduate student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail:
Иевлева Наталья Евгеньевна , инженер, общество с ограниченной ответственностью "СпецСтройПроект" e-mail: ievleva.natalya@yandex.ru	Ievleva Natalya E. , engineer, limited liability company "Spetsstroyproekt" e-mail: ievleva.natalya@yandex.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
Игнатчик Светлана Юрьевна , доктор технических наук, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО.	Ignatchik Svetlana Y. , doctor of technical Sciences, associate Professor, associate Professor of the Environmental support systems department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics.
Касеев 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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Коваленко Иван Александрович , кандидат технических наук, доцент кафедры управления строительством и эксплуатацией объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: bon_mot@bk.ru	Kovalemko Ivan A. , candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Operation Management of Military Infrastructure Facilities MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: bon_mot@bk.ru
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
Кузнецова Наталия Викторовна , кандидат технических наук, ведущий инженер, ООО «Ассоциация инженеров и ученых по водоснабжению и водоотведению». e-mail: natalya.ignatchik@yandex.ru	Kuznetcova Nataliya V. , Leading Engineer, «Association of Engineers and Research Workers for Water Supply and Sanitation», LLC Build e-mail: natalya.ignatchik@yandex.ru
Митрахович Вячеслав Александрович , доктор педагогических наук профессор, профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru	Mitrakhovich Vyacheslav A. , Doctor of Pedagogy senior lecturer, Professor at Humanities and the socio-economic Disciplines, Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru
Никонова Наталья Вячеславовна , кандидат технических наук, доцент кафедры управления строительством и эксплуатацией объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: lovelynataxa@inbox.ru	Nikonova Natalya V., candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Operation Management of Military Infrastructure Facilities e-mail: lovelynataxa@inbox.ru
Остроумова Юлия Сергеевна , кандидат педагогических наук, доцент, начальник НИО (инновационной и интеллектуальной деятельности), Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого e-mail: sinklit@mail.ru	Ostroumova Yuliya S. , Ph. D. in Pedagogy, associate professor, Head of Research and Development (innovation and intellectual activity), Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny e-mail: sinklit@mail.ru
Продоус Олег Александрович , доктор технических наук, профессор; общество с ограниченной ответственностью «ИНКО-инжиниринг» e-mail: enco@pro.ru	Prodous Oleg A. , doctor of Technical Sciences, Professor; limited liability Company "INCO-engineering" e-mail: enco@pro.ru
Прокофьев Вячеслав Евгеньевич , кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ВИ(ИТ) ВА МТО	Prokofiev Vyacheslav E. , candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Сенюкович Михаил Александрович , адъюнкт, ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail: senyukovich19@gmail.com	Senukovich Michail A. , post graduate student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: senyukovich19@gmail.com
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
Спирин Антон Павлович , преподаватель кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии Хрулева e-mail: sap1410@mail.ru	Spirin Anton P. , Teacher of the department of humanities and socio-economic disciplines, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: sap1410@mail.ru
Черемисин Суад Зухер , доктор физико-математических наук, преподаватель, Военный институт(инженерно-технический) ВА МТО e-mail: suad-olka@yandex.ru	Therimisin 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
Шипилов Андрей Александрович , кандидат технических наук; общество с ограниченной ответственностью "СпецСтройПроект» e-mail: shipilov2000@mail.ru	Shipilov Andrey A. , candidate of Technical Sciences; Limited Liability Company "Spetsstroyproekt" e-mail: shipilov2000@mail.ru
Янович Кирилл Викторович , кандидат технических наук доцент, старший научный сотрудник, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: a196j@mail.ru	Yanovich Kirill V. , candidate of Technical Sciences associate Professor, Senior Researcher, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: a196j@mail.ru

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ В ЖУРНАЛЕ «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

Утверждены Решением Редакционной коллегии «28» июня 2016 года.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

«Военный инженер» - научно-практический журнал, охватывающий широкий спектр направлений научного поиска и практического применения научных разработок. В журнале публикуются научные статьи, отражающие итоговые или промежуточные результаты поиска инновационных подходов к путям развития и совершенствования процессов, обеспечивающих безопасность жизненного цикла объектов военной инфраструктуры, включая подготовку квалифицированных специалистов для достижения указанной цели. Каждый номер журнала включает в себя соответствующие рубрики. Содержание публикуемых материалов должно в полной мере соответствовать требованиям статьи 4 Закона Российской Федерации от 27.12.1991 N 2124-1 (актуальная редакция) «О средствах массовой информации».

ЭТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.

Журнал стремится соблюдать высокие стандарты публикационной этики. Редакционной коллегией журнала установлены общедоступные правила этического поведения. Авторы, рецензенты и Редакционная коллегия обязаны гарантировать и обеспечивать соблюдение этих правил.

Этика автора (авторов) статьи

Автор (авторы) статьи должен (должны) представлять в редакцию результаты исследования, содержащие научную новизну. Представляемые им (ими) научные результаты и выводы должны быть достоверны и изложены не только исчерпывающе полно, но и корректно и объективно. Если в статье используются результаты или цитаты из других научных материалов, то в отношении таких результатов или цитат должны быть указаны точные библиографические ссылки на первоисточник. Автор (авторы) статьи не должен (не должны) представлять в статье результаты, практически одинаковые с теми, которые были ранее опубликованы. Автор (авторы) статьи должен (должны) исчерпывающе и объективно отражать реальное состояние рассматриваемых в статье вопросов и путей их решения. Автор (авторы) обязан (обязаны) библиографически корректно указывать публикации (при необходимости — цитировать такие публикации), определяющие существующее состояние рассматриваемых в статье вопросов. На любое утверждение (наблюдение, аргумент или вывод), опубликованное ранее, в статье должна быть соответствующая библиографическая ссылка. Данные, полученные лично (например, в процессе беседы или переписки), не должны использоваться без письменного разрешения первоисточника и без отражения в тексте статьи факта наличия такого разрешения. Все лица (но не более трёх), внесшие значительный вклад в получение научных результатов, отраженных в статье, должны быть включены в состав авторского коллектива статьи. Лицам, внесшим сопутствующий вклад в получение представляемых в статье научных результатов, может быть выражена благодарность в тексте статьи. При наличии конфликта интересов, который может подвергнуть сомнению научную объективность автора (авторов) статьи, такой конфликт интересов должен быть указан в тексте статьи с разъяснениями автора (авторов) по этому вопросу.

Автор (авторы), обнаруживший (обнаружившие) существенные неточности или ошибки в статье, представленной в журнал или уже опубликованной в журнале, должен (должны) немедленно письменно (по электронной почте редакции) уведомить об этом

Редакционную коллегию для принятия совместного решения о форме представления объективной информации. При представлении статьи в журнал автор (авторы) статьи должен (должны) на бланке установленного образца **подтвердить то, что он (они) ознакомились** с перечисленными правилами этического поведения и не допустил (допустили) нарушения этих правил.

Этика рецензентов статьи

Рецензент, считающий, что он не является специалистом по рассматриваемым в статье вопросам, или понимает, что он не сможет своевременно представить рецензию на статью, должен незамедлительно сообщить Редакционной коллегии о невозможности рецензирования им представленной статьи.

Рецензент должен быть объективным в отношении научного содержания и научной значимости статьи. При наличии конфликта интересов, который может подвергнуть сомнению научную объективность рецензента, рецензент должен незамедлительно сообщить Редакционной коллегии о невозможности рецензирования им представленной статьи.

Персональная критика автора (авторов) статьи недопустима.

Рецензент должен оценить полноту и объективность отражения в статье существующего состояния рассматриваемых вопросов и, при необходимости, указать (насколько это возможно — с точными библиографическими ссылками) на недостаточность такой полноты и объективности.

Представленная в Редакционную коллегию рукопись статьи является конфиденциальным документом. Рецензент может обсуждать содержание представленной рукописи статьи только с лицами, согласованными с Редакционной коллегией. Рецензент обязан никоим образом не использовать идеи и информацию, изложенные в представленной статье, до опубликования этой статьи.

Этика Редакционной коллегии журнала

При принятии решения о публикации статьи главный редактор журнала учитывает все мнения, высказанные членами Редакционной коллегии журнала и рецензентами.

Редакционная коллегия журнала не допускает публикации статей, в отношении которых известно о наличии плагиата, нарушения авторских прав, клеветы и т.п.

Редакционная коллегия журнала не допускает публикации статей, в отношении которых установлено несоответствие принятой этике публикаций.

Члены Редакционной коллегии обязаны обеспечивать конфиденциальность содержания представленной статьи (в том числе никоим образом не использовать идеи и информацию, изложенные в представленной статье, до её опубликования).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ СТАТЬИ

Электронная версия создается в программе Microsoft Word и сохраняется с расширением .doc. Формат страницы – А 4 (книжный), размерность полей «узкое», поля – верхнее и нижнее 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, абзацный отступ – 1,25 см, выравнивание – по ширине, междустрочный интервал – 1,5. Гарнитура – Times New Roman, размер шрифта – 12. Весь текст должен быть черного цвета, набран одной гарнитурой и размером шрифта.

В файлах статей не должно быть специальных знаков:

- **принудительного переноса;**
- **неразрывного пробела;**
- **принудительного абзаца.**

Изображения (фотографии) представляются в тексте статьи в формате tiff (предпочтительно) или jpeg, разрешение не менее 300 dpi. Иллюстрации (диаграммы, схемы, графики, рисунки и т.п.) размещаются непосредственно в тексте статьи, исходя из логики изложения и сопровождаются подрисуночными подписями. Сложные иллюстрации дублируются отдельными файлами в формате .tiff, .tif, .jpg. В тексте статьи следует дать ссылку на конкретную иллюстрацию, например, (см. рис. 2). На иллюстрациях должно быть минимальное количество слов и обозначений. Каждая иллюстрация должна иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений, размещенных под ней. Все иллюстрации представляются только в черно-белом варианте.

Формулы выполняются в редакторе MathType 6.9. (не во встроенном редакторе Word 2007-2019). Простые формулы, символы и обозначения набираются без использования редактора формул. Форматирование выравниванием по центру страницы. Номера формул проставляются справа. **Запрещено использовать опцию «Символ»** для того, чтобы поставить математический или любой другой знак, тире, кавычки и т.п.

Таблицы набираются в тексте. Таблицы должны располагаться в пределах рабочего поля (не попадать в зону полей). При переносе таблицы на другую страницу следует переносить и шапку таблицы. Название таблицы выравнивается по центру страницы, номер таблицы выравнивается по правому краю страницы. Таблиц в статье должно быть не более трех. Все таблицы должны иметь заголовок. Все графы в таблицах должны также иметь заголовки. Сокращение слов допускается только в соответствии с требованиями ГОСТ 7.12-2011, ГОСТ 7.11-2004.

Одновременное использование таблиц и графиков для изложения одних и тех же результатов не допускается.

Ссылки на литературу обозначаются соответствующей цифрой заключённой в квадратные скобки.

Встречающиеся в тексте условные обозначения и сокращения должны быть раскрыты при первом появлении их в тексте.

Единицы физических величин, используемых в статье, должны входить в Международную систему единиц (СИ) и указываются в кириллице (на русском языке). Допускается использование единиц, разрешенных к применению наряду с единицами СИ, а также кратных и дольных единиц.

В связи с включением журнала в специализированную информационную систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ), обязательным техническим требованием к статье при размещении в журнале является её обработка в **разметке XML**.

Страницы не нумеруются. Использование подстрочных ссылок не допускается.

Рекомендуемый объем текста статьи 8–12 с. формата А-4 (книжный) с учетом графических вложений. Общее количество иллюстраций (диаграмм, графиков, рисунков, фотографий и т.п.) не должно превышать 10.

Представляемые материалы должны включать последовательно расположенные элементы:

- Индекс универсальной десятичной классификации (УДК), соответствующий заявленной теме и требованиям ГОСТ 7.90-2016 СИБИД. Универсальная десятичная классификация. Структура, правила ведения и индексирования слева, обычное начертание. В связи с тем, что научный журнал «Военный инженер» является специализированным изданием, код

УДК любой статьи должен начинаться цифрами от 355 до 359, соответствующим описаниям «Военное искусство», «Военные науки», «Оборона страны», «Вооружённые силы» или 725.18 «Военные здания» (Архитектура);

- Инициалы и фамилия автора (авторов) – на русском и английском языках, справа, полужирным курсивным начертанием;
- Название статьи – на русском и английском языках, строчные буквы, по центру полужирным начертанием;
- Аннотация (abstract) до 100 слов – на русском и английском языках, курсивом;
- Ключевые слова (keywords) - слова, несущие в тексте основную смысловую нагрузку. Пять-семь ключевых слов или словосочетаний, отделяемых друг от друга запятой – на русском и английском языках, курсивом;
- Текст статьи, оформленный в соответствии с указанными выше требованиями;
- Список литературы.

Элементы статьи отделяются друг от друга одной строкой.

Аннотация статьи выполняет важную представительскую функцию во всех информационных базах и является независимым от статьи источником информации. Аннотация отражает содержание статьи, излагает существенные факты и результаты научной работы. Аннотация не должна искажать содержание статьи или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации. В ней должна быть отражена суть исследования, а именно: структура статьи, включающая цель исследования, методы его проведения, полученные результаты. Название статьи не должно повторяться в аннотации.

Текст аннотации должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации. Следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций.

Как в аннотации, так и в названии статьи не рекомендуется употреблять не общепринятые аббревиатуры и сокращения, используемые в статье.

Общие требования к оформлению, структуре и содержанию аннотаций к статьям указаны в ГОСТ Р 7.0.99-2018 (ИСО 214-76) «Реферат и аннотация. Общие требования».

Рекомендуемый объем аннотации - не более 100 слов (с учетом предлогов).

Автор (авторы) должны придерживаться **обобщенной структуры текста статьи:**

- вводная часть (актуальность, существующие проблемы) – объем 0,5–1 с.;
- основная часть (постановка и описание задачи, методика исследования, изложение основных результатов);
- заключительная часть (предложения, выводы) – объем 0,5–1 с.

В тексте статьи должны быть ссылки на все источники из списка литературы (порядковый номер источника в тексте статьи указывается в квадратных скобках). Список литературы дает представление о широте профессионального кругозора автора, а также об актуальности и качественном уровне проведенных им исследований. Рекомендуемое количество источников литературы для научных статей практического содержания – не менее 5, для теоретических статей – не менее 10. Ссылаться на неопубликованные работы не разрешается.

В списке литературы источники располагаются в порядке их упоминания в статье.

Библиографические ссылки в списке литературы должны включать следующую информацию:

- для монографии — фамилии и инициалы всех авторов; полное название книги;

наименование издательства и город, в котором оно находится; год издания; количество страниц книги;

- для статей — фамилии и инициалы всех авторов; полное название статьи; название журнала, газеты или сборника, в котором (которой) опубликована статья; год издания, идентификатор времени публикации (для газеты — номер выпуска или дата выхода, для журнала — год, том или номер выпуска, серия), номера страниц, занятых статьей (начальная и конечная);
- для стандартов — название стандарта, номер стандарта, место и год издания, количество страниц;
- для патентных документов — название патента (изобретения); номер патента; страна, номер и дата заявки на изобретение, дата опубликования патента; номер бюллетеня изобретений, страницы;
- для депонированных научных работ — фамилии и инициалы всех авторов; полное название работы; название депонирующего информационного центра; номер и дата депонирования; количество страниц работы;
- для диссертаций — фамилии и инициалы автора, полное название диссертации; на соискание какой ученой степени представлена диссертация; место и год защиты диссертации; количество страниц диссертации;
- для электронных ресурсов удаленного доступа — фамилии и инициалы всех авторов, полное название материала, электронный адрес (URL), протокол доступа к сетевому ресурсу, дата публикации или создания, дата обращения к электронному ресурсу (если невозможно установить дату публикации или создания).

Названия книг, статей, иных материалов и документов, опубликованных на иностранном языке, а также фамилии их авторов должны быть приведены в оригинальной транскрипции.

В список литературы не должны включаться неопубликованные материалы или материалы, не находящиеся в общественном доступе. Максимальная длина одной библиографической ссылки не должна превышать 500 символов.

Единый формат оформления библиографических ссылок формируется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка».

Примеры оформления ссылок и списков литературы.

Монографии:

Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. — 2-е изд. — М.: Проспект, 2006. — С. 305-412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. — 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. У. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. -5-е изд., перераб. и доп. — М.:ИНФРА-М, 2006. — 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2006. 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т. В. К логике социальных наук // Вопр. философии. — 1992. — № 10. — С. 76-86.

Crawford, P. J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P. J. Crawford, T. P. Barrett// Ref. Libr. — 1997. Vol. 3, № 58. — P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P. J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. — 2006. — Т. 13, №. 3. — С. 369-385.

Кузнецов, А. Ю. Консорциум — механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. — М.: Науч. мир, 2003. — С. 340-342.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007/ Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. — М. : ИМЭМО, 2007. — 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат//Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф.. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). — Новосибирск, 2000. — С.125-128.

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Новосибирск, 2000. —18 с.

Диссертации

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона : дис.... канд. полит, наук. — М.. 2002. — С. 54-55.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005-2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. — URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

НАПРАВЛЕНИЕ РУКОПИСЕЙ НА РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Научная статья направляется докторантами, адъюнктами, соискателями, докторами и кандидатами наук Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва и подчинённых институтов, расположенных в Санкт-Петербурге в 2 экземплярах: 1 экземпляр на бумажном носителе и 1 экземпляр на электронном носителе.

Все другие авторы направляют свои скомплектованные работы одной папкой по электронной почте редакции журнала или на электронном носителе официальным почтовым отправлением. В названии папки должны быть указаны: слово «Статья», аббревиатура ВВУЗа (ВУЗа, научной или производственной организации), фамилия автора (одного из соавторов).

Последовательность расположения файлов в папке:

Файл №1. Текст статьи

1. УДК (слева).
2. Инициалы и фамилия автора (авторов) на русском и английском языках (строкой ниже по центру).
3. Заглавие статьи на русском и английском языках (по центру строчными буквами).
4. Аннотация и ключевые слова (5–7 слов или словосочетаний) на русском и английском языках (через строку по ширине)
5. Основной текст статьи.
6. Список литературы (Библиографический список).

Файл №2. Контактные данные организации (в случае, если статью направляет организация)

1. Полное наименование организации.
2. Почтовый (включая наименование страны или республики и почтовый индекс) и электронный адрес организации, контактный телефон, фамилия, имя, отчество уполномоченного сотрудника.

Файл №3. Экспертное заключение о возможности открытой публикации материалов в 1 экз.

Файл №4. Письменное подтверждение автора (авторов) соблюдения правил этического поведения, приведённые в настоящих «Правилах...» (на бланке установленного образца).

Файл №5. Анкета автора (каждого соавтора).

Требования к анкете автора

Анкета автора (каждого соавтора), должна содержать следующие данные:

- фамилия, имя, отчество полностью;
- ученая степень полностью;

- ученое звание;
- место работы (полное официальное название организации);
- занимаемая должность;
- шифр и наименование научной специальности;
- знак охраны авторского права, инициалы, фамилия автора, год публикации;
- контактный телефон (рабочий, домашний, сотовый) – в журнале не публикуется;
- адрес электронной почты – в журнале публикуется;
- название статьи;
- почтовый адрес с индексом, если журнал будет пересылаться по почте.

Сведения в полном объеме приводятся на русском и английском языках.

К научной статье прилагается:

- сканированное (с подписями и печатью) экспертное заключение о возможности открытой публикации материалов в 1 экз.
- письменное, по прилагаемой форме, подтверждение автора (авторов) того обстоятельства, что он (они) ознакомился (ознакомились) с правилами этического поведения и не допустил (не допустили) их нарушения, а также выражение согласия автора (авторов), на безвозмездное размещение статьи в сети Интернет, как на странице журнала на сайте, так и на сайте Научной электронной библиотеки.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ РУКОПИСЕЙ

Докторантам, адъюнктам, соискателям Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва её институтов и филиалов необходимо представить от кафедры, на которой готовится диссертация, следующие документы:

- выписку из протокола заседания кафедры о рекомендации статьи к публикации в журнале «Военный инженер»;
- оригинал подписанной и заверенной печатью рецензии по поручению кафедры от кандидата или доктора наук, чья научная специальность или перечень научных работ соответствуют научному направлению статьи.

Аналогичный перечень документов предоставляют сотрудники Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва и её филиалов, имеющим учёные степени кандидата наук и не являющиеся докторантами.

Авторам, являющимися докторантами, адъюнктами других высших военных образовательных учреждений, а также докторантам (аспирантам) иных ВУЗов и научных учреждений, следует представить внешнюю заверенную рецензию доктора наук, чья научная специальность или перечень научных работ соответствуют научному направлению статьи.

Наличие внешней рецензии (рецензий) не означает, что Редакционная коллегия журнала не вправе направить рукопись статьи на дополнительное рецензирование.

Авторам, являющимися докторами наук наличие рецензии не требуется.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет регистрацию и учет движения поступивших документов в журнале регистрации.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет (в трехдневный срок от даты поступления материалов статьи, предлагаемой к публикации)

контроль комплектности и соответствия представленных материалов установленным требованиям.

Материалы статей, не соответствующие установленным требованиям, возвращаются авторам статей в семидневный срок от даты поступления таких материалов с указанием причин возврата.

Председатель Редакционной коллегии (заместитель председателя Редакционной коллегии) журнала в пятидневный срок от даты поступления материалов статьи определяет профильную рубрику (профильные рубрики) журнала.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала в семидневный срок от даты поступления материалов статьи, предлагаемой к публикации, направляет копии материалов статьи на бумажном носителе куратору профильной рубрики (кураторам профильных рубрик) журнала.

Статьи, предлагаемые к публикации в журнале, проходят обязательное рецензирование, кроме оговорённых выше случаев.

Рецензентом должен являться специалист, имеющий ученую степень доктора наук по профилю рецензируемой работы или два специалиста, имеющих ученую степень кандидата наук по профилю рецензируемой работы.

Рецензентами должны являться признанные специалисты по тематике рецензируемых материалов и имеющие в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

Персональный состав рецензентов определяется куратором рубрики журнала (как правило, из членов Редакционной коллегии журнала или из числа постоянных экспертов, рекомендованных Редакционной коллегией журнала). При необходимости, персональный состав рецензентов может быть определен или дополнен председателем Редакционной коллегии журнала (заместителем председателя Редакционной коллегии журнала). При этом должны быть обеспечены компетентность, независимость и беспристрастность рецензентов.

Ответственный секретарь редакционной коллегии журнала в трехдневный срок от даты определения рецензента (рецензентов) статьи направляет рецензенту (рецензентам) статьи копии её статьи на бумажном носителе.

Срок представления рецензии на статью, как правило, не может превышать двух недель от даты направления материалов статьи рецензенту (рецензентам).

Структура рецензии на статью должна соответствовать установленным требованиям.

Содержание рецензии, содержащей рекомендацию статьи к публикации, должно аргументировано подтверждать, что рассмотренная статья содержит новые интересные результаты и заслуживает публикации.

Рецензия на статью представляется ответственному секретарю Редакционной коллегии журнала на бумажном носителе, должна быть подписана рецензентом (рецензентами) и иметь проставленную дату подписания рецензии.

Рецензии, не соответствующие указанным требованиям, ответственным секретарём Редакционной коллегии журнала не принимаются.

Рецензия хранится в делах Редакционной коллегии журнала в течение пяти лет от даты публикации статьи или от даты принятия Редакционной коллегии журнала решения об отказе в публикации статьи.

Заседание Редакционной коллегии журнала проводится по мере необходимости, но, как правило, не реже одного раза в квартал.

На заседании Редакционной коллегии журнала куратор рубрики (в случае

невозможности присутствия на заседании куратора рубрики – уполномоченный им член Редакционной коллегии журнала), изучивший материалы представленной к публикации статьи и рецензию (рецензии) на эту статью, дает характеристику представленной к публикации статьи и свою оценку возможности (целесообразности) публикации данной статьи в журнале.

Решение Редакционной коллегии журнала о публикации статьи или о необходимости доработки статьи с учетом замечаний или о невозможности (нецелесообразности) публикации статьи принимается при наличии кворума заседания Редакционной коллегии журнала (присутствие на заседании более половины членов Редакционной коллегии журнала) квалифицированным большинством в две трети членов Редакционной коллегии журнала, присутствующих на заседании.

При наличии существенных разногласий во мнениях членов Редакционной коллегии журнала решение о публикации статьи, или о доработке статьи с учетом замечаний, или о невозможности (нецелесообразности) публикации статьи принимается главным редактором (председателем Редакционной коллегии) журнала или председательствующим на данном заседании Редакционной коллегии журнала заместителем главного редактора (заместителем председателя Редакционной коллегии) журнала.

При наличии научных, правовых либо иных существенных оснований главный редактор (председатель Редакционной коллегии) журнала может:

- затребовать дополнительные материалы, подтверждающие обоснованность (целесообразность, допустимость) данной публикации;
- отказать в публикации представленной статьи.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала в семидневный срок после принятия Редакционной коллегией журнала решения о публикации статьи или об отказе в публикации статьи направляет автору (авторам) статьи выписку из решения (мотивированного, в случае отказа от публикации статьи) Редакционной коллегии журнала по присланной статье. К выписке прикладываются копии рецензий на статью (с удаленными из этих копий сведениями о рецензентах статьи).

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет хранение контрольного экземпляра поступивших документов в течение пяти лет от даты принятия Редакционной коллегией журнала решения о публикации статьи или об отказе в публикации статьи.

Автор статьи дает письменное согласие на её воспроизведение на безвозмездной основе в сети Интернет на странице журнала «Военный инженер» и на сайте Научной электронной библиотеки. Выплата гонорара за публикации не предусматривается.