

3. Постановление Совета Министров СССР от 13 мая 1946 года СССР №1017-419сс «Вопросы реактивного вооружения» // Советская космическая инициатива в государственных документах. 1946 – 1964 гг. / Под ред. Ю. М. Батурина. М.: ИД «РТСофт», 2008. С. 30 – 36.

4. Степанов М. М. Научная деятельность учебно-научной лаборатории «ЛЭКРОС» кафедры «Ракетостроение» // Актуальные вопросы ракетостроения. Выпуск 4. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2007. С. 119 – 124.

5. Чириков С. А. Кабинет материальной части ракетного оружия кафедры «Ракетостроение» БГТУ «ВОЕНМЕХ». История формирования коллекции XX века // Труды Секции истории космонавтики и ракетной техники. Выпуск первый. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2016. С. 123 – 135.

УДК 629.78: 378.4

БГТУ «ВОЕНМЕХ» И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Иванов Константин Михайлович, д.т.н., профессор, ректор, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., дом 1, e-mail: komdep@bstu.spb.su

Бородавкин Вячеслав Александрович, д.т.н., профессор, первый проректор – проректор по образовательной деятельности, заведующий кафедрой «Ракетостроение», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., дом 1, e-mail: pror-ur@bstu.spb.su

Охочинский Михаил Никитич, доцент, ученый секретарь университета, доцент кафедры «Ракетостроение», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., дом 1, e-mail: rk-voenmeh@yandex.ru

В статье рассказывается, как в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова организована подготовка кадров высокой квалификации для ракетно-космической промышленности. Дан краткий исторический очерк университета. Выделены три основных направления: подготовка инженерных и научных кадров для ракетно-космической отрасли, подготовку космонавтов и научно-технические разработки, находящие свое применение в реальных технических объектах, а свое отражение – в учебных курсах. Показаны основные достижения университета по этим направлениям, а также современные формы работы, внедряемые университетом.

Ключевые слова: ракетно-космическая техника, инженерная подготовка, подготовка космонавтов, научно-исследовательская работа, целевая подготовка, базовая кафедра

BSTU VOENMEH AND STAFF TRAINING FOR THE SPACE INDUSTRY

Ivanov Konstantin M. – Doctor of science, Professor, Rector, BSTU «VOENMEH» named after D. F. Ustinov, Russian Federation, 190005, St.-Petersburg, 1-st Krasnoarmeiskaja Str., 1, e-mail: komdep@bstu.spb.su

Borodavkin Vyacheslav A. – Doctor of science, Professor, First Vice-rector – Vice-rector for educational activities, Head of Rocket building department, BSTU «VOENMEH» named after D. F. Ustinov, Russian Federation, 190005, St.-Petersburg, 1-st Krasnoarmeiskaja Str., 1, e-mail: pror-ur@bstu.spb.su

Okhotchinski Mikhail N. – Docent, University Scientific Secretary, Associate Professor of Rocket building department, BSTU «VOENMEH» named after D. F. Ustinov, Russian Federation, 190005, St.-Petersburg, 1-st Krasnoarmeiskaja Str., 1, e-mail: rk-voenmeh@yandex.ru

The article describes how the training of highly qualified personnel for the aerospace industry in BSTU «VOENMEH» named after D. F. Ustinov is realized. A brief historical sketch of the University describes. Are identified three primary areas: training engineering and scientific personnel for the space industry, the training of cosmonauts and scientific-technical research and development, which finds its application in the real technical objects, and its reflection in training courses. The main achievements of the University in these areas, as well as modern forms of work, implemented by the University, are described.

Keywords: aerospace technology, engineering training, training of cosmonauts, research work, target training, basic department

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова как образовательное учреждение был организован 26 февраля 1932 г. приказом №100 по Наркомату тяжелой промышленности СССР под названием «Военно-механический институт» с целью *«концентрации подготовки инженерно-технических кадров для военной промышленности»* [7]. А в декабре 1934 г. проверка Государственной инспекции по высшему техническому образованию при ЦИК СССР подтвердила, что Военно-механический институт является единственным в стране высшим техническим учебным заведением, которое готовит инженеров для предприятий, обеспечивающих потребность Вооруженных Сил страны в вооружении и военной технике. Среди факторов, которые способствовали успешному функционированию вуза в то время, стоит выделить [7]:

- аккумуляцию в Военмехе лучших научных школ, педагогических кадров и учебных программ подготовки инженеров;
- тесную связь с промышленностью и использование реальных разработок в учебном процессе;
- возможность составления собственных учебных планов, полную свободу в вопросах выполнения и организации учебного процесса.

Активное участие вуза в подготовке кадров для оборонной промышленности в годы Великой Отечественной войны, – а подготовка инженеров и научные изыскания продолжались и в военные годы, – было отмечено в 1944 г. боевым орденом Красного Знамени. Напомним, что такая награда есть только у двух вузов нашей страны.

Справедливо утверждение, что Военмех стоял у истоков отечественной аэрокосмической отрасли, началом создания которой считается постановление Совета Министров СССР «Вопросы реактивного вооружения» № 1017-419 от 13 мая 1946 г. Одним из важных направлений работы, определяемых этим Постановлением, была подготовка кадров для новой отрасли. Предписывалось организовать подготовку инженеров и научных работников по реактивной технике, *«...обеспечив первый выпуск специалистов по реактивному вооружению по высшим техническим учебным заведениям не менее 200 человек и по университетам не менее 100 человек к концу 1946 года»* [12]. И в Ленинградском военно-механическом институте 8 июля 1946 года был создан факультет реактивной техники и первая в стране кафедра ракетной техники; одновременно профильные кафедры открывались и в других ведущих технических вузах страны. Таким образом, Военмех связан с ракетно-космической тематикой 70 лет.

Стоит отметить, что кафедра ракетной техники, тогда носившая название «Первая кафедра», а сегодня – кафедра «Ракетостроение», внесла большой вклад в становление советской аэрокосмической промышленности, подготовив за семьдесят лет более пяти тысяч высококвалифицированных специалистов. Именно поэтому в 2016 году БГТУ «ВОЕНМЕХ» отмечает двойной юбилей – семидесятилетие факультета ракетно-космической техники и семидесятилетие Первой кафедры.

В деятельности Военмеха по подготовке специалистов для ракетно-космической отрасли целесообразно выделить три главных направления работы: подготовку инженерных и научных кадров для ракетно-космической отрасли, подготовку космонавтов – непосредственных исследователей космического пространства – и научно-технические разработки, находящие свое применение в реальных технических объектах и свое отражение – в учебных курсах.

За прошедшие годы в стенах Военмеха стали инженерами-ракетчиками более 10 000 выпускников, среди которых немало видных разработчиков космической техники. Стоит просто перечислить лишь пять фамилии руководителей первого звена из этого длинного списка [13] – для того, чтобы оценить масштаб участия выпускников Военмеха в деятельности ракетно-космической отрасли Советского Союза и современной России (рис. 1).

Дважды Герой Социалистического труда, член-корреспондент РАН *Дмитрий Ильич Козлов*, Генеральный конструктор ЦСКБ «Прогресс» (Куйбышев).

Дважды Герой Социалистического труда, академик *Владимир Федорович Уткин*, Генеральный конструктор КБ «Южное» (Днепропетровск) и директор ЦНИИ Машиностроения, головного института отечественной космической отрасли.

Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской премии, Генеральный конструктор НПО «Машиностроения» *Герберт Александрович Ефремов*.

Член-корреспондент РАН, лауреат Ленинской премии, Генеральный конструктор и генеральный директор НПО «Искра» *Михаил Иванович Соколовский*.

Член-корреспондент РАН, Генеральный директор – генеральный конструктор ОАО «Информационные спутниковые системы им. М.Ф. Решетнева», *Николай Алексеевич Тестоедов*.



Рис. 1. Д. И. Козлов, В. Ф. Уткин, Г. А. Ефремов, М. И. Соколовский, Н. А. Тестоедов

Сегодня выпускники университета пополняют коллективы ракетостроительных предприятий Российской Федерации. Это – петербургские предприятия, ведущие в современной отечественной космической отрасли (КБ «Арсенал» им. М. В. Фрунзе, ОАО «КБСМ»), а также ОАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королева», ОАО «ИСС им. М. Ф. Решетнева» и др.

С годами меняется специфика производства, становятся все более совершенными объекты, выпускаемые космической промышленностью, но неизменным остается высокое качество подготовки специалистов. Именно за подготовку первых инженеров для космической отрасли в 1961 году университет был награжден Медалью АН СССР в честь запуска Первого искусственного спутника Земли с формулировкой: «...в связи с большим вкладом института в развитие ракетно-космической техники, освоение космоса и подготовку кадров для соответствующих отраслей промышленности».

Второе упомянутое нами направление – подготовке космонавтов, – является естественным продолжением первого. К настоящему времени Военмех выпустил пятерых космонавтов, то есть людей, прошедших полную подготовку в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) и получивших соответствующее удостоверение (рис. 2).



Рис. 2. Г. М. Гречко, С. К. Крикалев, А. И. Борисенко, Е. А. Иванова, И. В. Вагнер

Летчики-космонавты *Георгий Михайлович Гречко* и *Сергей Константинович Крикалев* (выпускники кафедры «Ракетостроение») совершили соответственно три и шесть долговременных полетов, а *Андрей Иванович Борисенко* (выпускник кафедры аэродинамики и динамики полета) – полугодовой полет на МКС в качестве командира 28-й основной экспедиции. *Екатерина Александровна Иванова* – космонавт-исследователь, кандидат технических наук, прошла полный цикл подготовки (удостоверение космонавта № 88). Опыта космических полетов она не имеет, но несколько раз являлась членом дублирующих экипажей отечественных кораблей «Союз». Также пока не имеет космического опыта еще один выпускник Военмеха – *Иван Викторович Вагнер*, который после прохождения космической подготовки (удостоверение космонавта № 209) работает в должности космонавта-испытателя ЦПК им. Ю. А. Гагарина. Он – первый из военмеховцев, пришедший в ЦПК, имея ученую степень магистра техники и технологии в области космонавтики и

ракетостроения [11]. Представляется, что сегодня вполне можно говорить о налаженной и успешно работающей в БГТУ системе подготовки элитных инженерных кадров, непосредственно участвующих в космических полетах.

Подчеркнем особо – подготовка специалистов по ракетно-космической технике требует постоянного участия вуза в научно-исследовательских работах, с тем, чтобы наиболее полно доносить до студентов современные тенденции развития отрасли. Разработки вуза, относящиеся к первым десятилетиям советской программы исследования космического пространства, были востребованы на ведущих предприятиях отрасли: КБ «Южное» (Днепропетровск), ЦКБ «Прогресс» (Куйбышев), НПО «Полет» (Омск).

В частности, к таким работам относились [8]:

- экспериментальные и теоретические исследования силового и теплового воздействия газовых течений на конструкции ракет при старте, движении и разделении ступеней;
- исследования и разработки бортовых систем обеспечения теплового режима и бортового теплообменного оборудования космических летательных аппаратов;
- разработка приборов для измерения малых расходов жидкости и газов;
- исследования возможности управления скоростью горения твердых ракетных топлив.

В восьмидесятые годы прошлого века в Отраслевой лаборатории прочности и надежности Военмеха были выполнены работы по оценке работоспособности турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя второй ступени ракетно-космической системы «Энергия» – «Буран», использованные на практике [8].

К тому же периоду относятся и работы в рамках нового научного направления «Системы технического зрения», которое сформировал и возглавил профессор В. А. Веселов. Проводившиеся работы способствовали созданию автоматических исследовательских комплексов с применением автовождения, т.е. обеспечения их автономного движения по сколь угодно сложной поверхности без участия человека. Они, в частности, были востребованы при создании отечественных проектов марсоходов и планетоходов. Вполне обоснованно можно говорить, что Военмех тогда стал полноправным участником создания отечественной технологии безрискового дистанционного исследования удаленных планет Солнечной системы [5].



Рис. 3. Разработчики звездного фотометра у прибора (слева направо): С. Б. Леонтьев, В. В. Смирнов, А. Н. Флеров, Я. П. Подвязный, А. С. Массарский, В. А. Веселов, космонавты С. К. Крикалев и Г. М. Гречко

В девяностые годы по инициативе и при непосредственном участии летчика-космонавта Г. М. Гречко в Студенческом конструкторском бюро Военмеха был создан

уникальный астрофизический прибор – звездный фотометр для исследования верхних слоев атмосферы с борта пилотируемых космических аппаратов (рис. 3). Фотометр был введен в состав научного оборудования орбитальной станции «Мир», что позволило получить новые сведения об атмосфере Земли, высоко оцененные мировой научной общественностью. Именно благодаря этому прибору удалось подтвердить выдвинутую Г. М. Гречко гипотезу о строении верхних слоев атмосферы, которая затем была признана научным открытием. Важно выделить два факта: во-первых, в создании фотометра принимали активное участие студенты и аспиранты вуза (научное руководство осуществлял профессор В. А. Веселов), и, во-вторых, тогда в космосе впервые работал полноценный научный комплекс, полностью созданный в отечественном высшем учебном заведении и несший на корпусе эмблему «Санкт-Петербург – Военмех» [6].

Чуть позднее, в восьмидесятые – девяностые годы прошлого века в Военмехе на кафедре «Ракетостроение» под руководством профессора В. В. Шкварцова были созданы пакеты прикладных программ (ППП) учебной системы автоматизированного проектирования, позволяющие решать задачи анализа и синтеза ракетных транспортных систем различных классов, включая ракеты-носители [4]. Основная область применения военмеховских ППП – учебный процесс аэрокосмического вуза. В основу моделей положены данные, содержащиеся в открытой научной печати СССР и Российской Федерации, а также научной печати иностранных государств (так, было проанализировано более 50 источников, опубликованных в нашей стране в 1965 – 2002 годах), поэтому речь идет об *общедоступных* ракетно-космических технологиях. Изначально предназначенные для ЭВМ Единой Серии, в последующие годы ППП неоднократно модернизировались, и в настоящее время успешно эксплуатируются в учебном процессе Военмеха на современных персональных компьютерах.

Необходимо упомянуть и разработки, проводимые в Военмехе совместно с ОАА «ИСС им. М. Ф. Решетнева», направленные на создание высокоточных конструкций для космических антенн [9]. Эту уже – XXI век, сегодняшний день университета.

Дальнейшее развитие университета невозможно без хорошо налаженного научного обмена. Поэтому в новом, XXI веке в Военмехе регулярно проводятся научно-технические конференции, связанные с космической тематикой, самыми передовыми направлениями развития науки и техники. Это – «Окуневские чтения», собирающие специалистов в области теоретической механики и внутренней баллистики мирового уровня. Это – и традиционные, проходящие каждые два года «Уткинские чтения», посвященные развитию творческого наследия выдающегося конструктора ракетно-космических систем академика В. Ф. Уткина. Чтения обычно собирают ведущих ученых, проектантов и конструкторов-ракетчиков со всей страны и гостей из зарубежья и занимают сегодня далеко не последнее место в национальном перечне значимых научных форумов. Это – и ежегодная общероссийская конференция «Молодежь. Техника. Космос», смотр молодежной аэрокосмической науки и Северо-западного региона, и России в целом [10].

Важно, что практически все научные разработки сотрудников Военмеха, а также их регулярное участие в научных форумах – и проводимых в университете, и общероссийских, и международных – всегда находили и сегодня находят свое отражение в учебных курсах, помогая готовить специалистов, четко представляющих современное состояние ракетно-космической отрасли и перспективы ее развития.

Стоит подчеркнуть, что сегодняшний день выдвигает перед университетом новые требования, обуславливает необходимость углубления интеграционных процессов и расширение образовательного пространства. Как всегда было в истории Военмеха, здесь цель преследуется одна – повышение качества подготовки специалистов, конкурентоспособности выпускников и на внутреннем, и на внешнем рынках труда.

Важнейшим направлением здесь является, на наш взгляд, совершенствование всех звеньев цепочки «школа – вуз – предприятие», ориентированной, прежде всего, на целевую подготовку специалистов для ракетно-космической отрасли [1, 2]. Сегодня в университете доля «целевиков» по отношению к общему числу студентов составляет более 40%. В этой подготовке задействовано около 100 регионов России, включая, что особенно важно, космодромы Плесецк и Байконур.

Перспективным направлением работы является создание базовых кафедр предприятий, которые должны стать пилотными площадками для приведения в соответствие интересов стратегических партнеров – предприятия как заказчика квалифицированных кадров и вуза – исполнителя четко сформулированного заказа. И опять подчеркнем – такими методами решается основная задача, задача повышения качества подготовки специалистов с одновременным сокращением сроков адаптации выпускников под конкретное рабочее место [3].

Университет успешно осваивает и сетевые формы взаимодействия с предприятиями профильными вузами: в последние годы реализуются несколько сетевых образовательных программ. Это, в частности, выполненные в начале нового века проекты с участием отечественных и ряда зарубежных университетов по космическим технологиям TEMPUS, недавний пилотный проект с Сибирским государственным аэрокосмическим университетом при участии ОАО «ИСС им. М. Ф. Решетнева».

И добавим, Военмех является членом Космического научно-образовательного инновационного консорциума, созданного для повышения эффективности и качества подготовки квалифицированных кадров для ракетно-космической промышленности на основе интеграции образования, науки и предприятий РКП, совместного использования интеллектуальных, материальных, информационных ресурсов и инновационных технологий.

Список литературы

1. *Бородавкин В. А.* Интеграция образования, науки и производства как основа целевой подготовки кадров // *Инновации*, 2013, №4 (174), с. 24 – 26.
2. *Бородавкин В. А.* Профильная довузовская подготовка: опыт и проблемы // *Высшее образование в России*, 2009, №3. С. 61 – 65.
3. *Бородавкин В. А., Щеглов Д. К., Охочинский М. Н., Русина А. А.* Базовая кафедра предприятия в структуре высшего учебного заведения // *Инновации*, 2015, №9. С. 93 – 97.
4. *Бызов Л. Н., Охочинский М. Н.* Пакет прикладных программ «САПР ракетных транспортных систем»: учебное пособие. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2005.
5. *Веселов В. А.* Военмех – участник создания отечественной технологии безрискового исследования планет // *Санкт-Петербургский вестник высшей школы*, 2015, №7. С. 3.
6. *Веселов В. А., Керножицкий В. А., Массарский А. С.* Изучение физических процессов в атмосфере Земли и контроль их параметров при наблюдениях из космоса // *ВОЕНМЕХ. Вестник БГТУ*, 2008, №2. С. 7 – 17.
7. *Иванов К. М.* Военмех: для созидания и защиты // *ВОЕНМЕХ: 80 лет на службе Отечеству*. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2012. С. 2 – 12.
8. *Иванов К. М., Бородавкин В. А., Охочинский М. Н.* Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова и подготовка кадров для ракетно-космической промышленности // *История развития отечественного ракетостроения: монография*. М.: Столичная энциклопедия, 2014. С. 759 – 766.
9. *Лихачев А. Н.* Работы научно-образовательного центра «КМК» БГТУ «Военмех» с промышленными организациями по аэрокосмической технике // *ВОЕНМЕХ. Вестник БГТУ*, 2012, №1(4). С. 38 – 39.
10. *Охочинский М. Н.* Военмех и космос // *ВОЕНМЕХ: 80 лет на службе Отечеству*. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2012. С. 104 – 111.
11. *Охочинский М. Н.* Летчики-космонавты Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова // *Наука и техника: вопросы истории и теории*. XXXII конференция РАН по истории и философии науки и техники. Вып. XXVII. СПб: СПб филиал ИИЕТ РАН, 2011. С. 73 – 78.
12. Постановление СМ СССР от 13 мая 1946 года «Вопросы реактивного вооружения» // *Советская космическая инициатива в государственных документах. 1946 – 1964 гг.* / Под ред. Ю. М. Батурина. М.: ИД «РТСофт», 2008. С. 30 – 36.
13. *Романов А. Р., Трибель М. В., Черников С. Н.* Военмеховцы. 75 лет на службе Отечеству. СПб: Аграф, 2007.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

УДК 623.4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Иванов Константин Михайлович, д.т.н., профессор, ректор, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, e-mail: komdep@bstu.spb.su

Матвеев Станислав Алексеевич, к.т.н., проректор по научной работе и инновационно-коммуникационным технологиям, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, e-mail: samatveev@bstu.spb.su

Киреев Олег Леонидович, к.т.н., доцент, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, e-mail: kol_voenmeh@mail.ru

Игнатенко Виталий Владимирович, к.т.н., доцент, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, e-mail: ignatenko_vv@mail.ru

Неизбежность инноваций в промышленности и производстве востребовала «переформатирование» традиционных теорий и практик разработки, конструкторско-технологической подготовки производства, испытаний, изготовления и эксплуатации изделий специального назначения. Обеспечение надежности и безопасности изделий специального назначения, минимизация их риска, приводят к постоянному компромиссу между конкурирующими факторами (надежность, стоимость, размеры и т.д.), которые приводят к постановке задачи многокритериального принятия решений. Статья посвящена анализу систем поддержки принятия решений, предназначенных для оптимизации процессов оценки целесообразности использования в задачах управления рисками на этапах жизненного цикла информационных показателей с позиций конструирования, технологической подготовки производства, логистики.

Ключевые слова: информационно-системная методология, риск, эвентология, жизненный цикл, надежность, безопасность, безаварийность, информационный показатель, конструирование, технологическая подготовка производства.

METHODOLOGICAL BASIS OF DECISION SUPPORT SYSTEMS IN THE TASKS OF RISK MANAGEMENT AT THE STAGES OF LIFE CYCLE PRODUCTS FOR SPECIAL PURPOSES

Ivanov Konstantin, Professor, doctor of engineering sciences, rector, Baltic state technical university «VOENMEH», 1st Krasnoarmeyskaya str., 1, 190005, St. Petersburg, e-mail: komdep@bstu.spb.su

Matveev Stanislav, Ph.D., vice-rector for research and innovation and communication technology, Baltic state technical university «VOENMEH», 1st Krasnoarmeyskaya str., 1, 190005, St. Petersburg, e-mail: samatveev@bstu.spb.su

Kireev Oleg, Ph.D., Associate Professor, Baltic state technical university «VOENMEH», 1st Krasnoarmeyskaya str., 1, 190005, St. Petersburg, e-mail: kol_voenmeh@mail.ru

Ignatenko Vitalii, Ph.D., Associate Professor, Baltic state technical university «VOENMEH», 1st Krasnoarmeyskaya str., 1, 190005, St. Petersburg, e-mail: ignatenko_vv@mail.ru