

предельных характеристик кинематических схем оружия, поиск новых конструктивных решений и т. д. При этом инновационно-инвестиционный потенци-

ал органически входит в каждую часть суммарного потенциала оружейного предприятия и «оружейно-го» высшего учебного заведения.

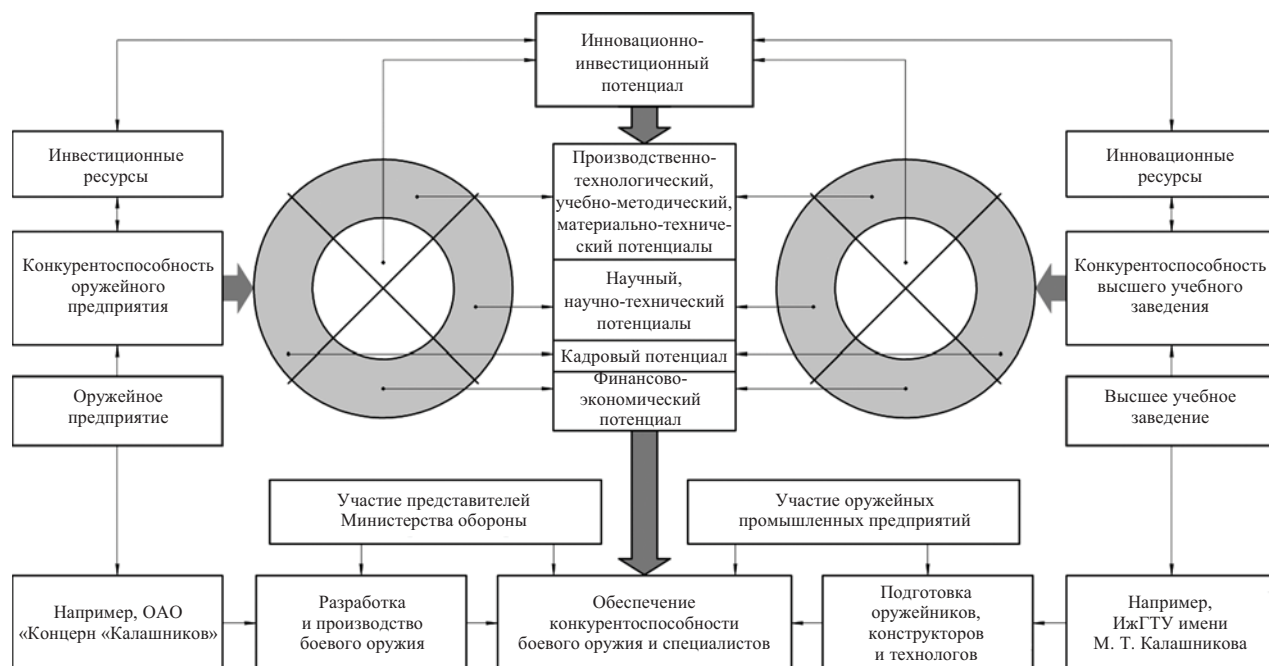


Рис. 4. Блок-схема, поясняющая содержание и взаимосвязь суммарных потенциалов оружейного предприятия и высшего учебного заведения (инновационно-инвестиционный потенциал органически входит в каждую часть суммарного потенциала)

Инновационно-инвестиционный потенциал показывает неразрывную связь инновационных и инвестиционных процессов. Если у предприятия или высшего учебного заведения будут проблемы с инвестиционными ресурсами, то эффективность инновационных процессов будет резко снижаться, что негативно скажется на их развитии и конкурентоспособности.

Получено 22.09.2016

#### Библиографические ссылки

1. Абрамов И. В., Писарев С. А. Конструктор-оружейник XXI века. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007. – 408 с.
2. Писарев С. А. О формировании инновационной и оружейной культуры у создателей оружия / Всерос. науч.-практ. онлайн-конф. «Стрелковое оружие: вчера, сегодня, завтра» (Тула, 26 февраля 2014 г.) : сб. материалов. – Тула : Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 5–13.

УДК 623.442.424

С. А. Писарев, доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
 Д. В. Чирков, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
 Ю. С. Фархетдинова, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## О СОВРЕМЕННОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КОНСТРУКТОРОВ-ОРУЖЕЙНИКОВ

Сегодня в системе подготовки инженеров-оборонщиков, в частности конструкторов-оружейников, существует достаточно много проблем, как и в стрелковой отрасли в целом, для которой кафедра «Стрелковое оружие» готовит специалистов на протяжении более 60 лет. И, надо сказать, весьма успешно, так как сотни образцов пре-красного оружия – боевого, спортивно-охотничьего –

известны во всем мире, так же как имена их создателей – А. И. Нестерова, Б. М. Зорина, Г. Н. Никонова, В. М. Калашникова, В. А. Ярыгина и многих других, а город Ижевск, наряду с годом Тулой, по праву считается одним из ведущих оружейных центров нашей страны.

Но со временем все меняется. За последние два десятилетия радикальным образом реформировалась

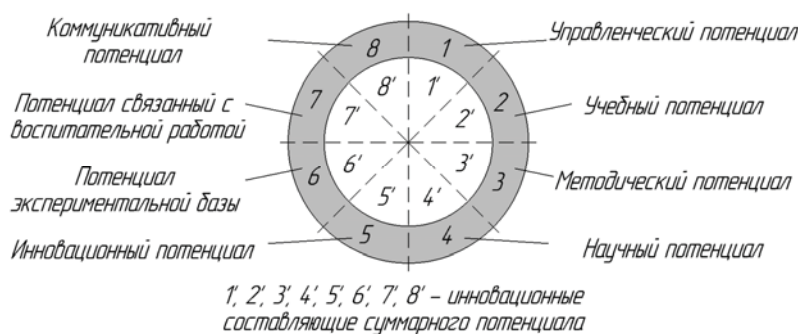
экономика, промышленность, система образования и другие отрасли. Все это не могло не сказаться на функционировании и развитии оружейной кафедры. Слабая подготовка школьников в области физики и математики не только в сельских школах, но и в городских негативно влияет на качество учебного процесса оружейной кафедры. Кроме того, большинство студентов работают в разных организациях, соответственно, пропускают занятия. Порой им некогда учиться, а потому очное образование превратилось в своеобразную форму вечернего образования. Этот вывод подтверждает и тот факт, что согласно федеральному закону студенты свои учебные долги могут сдавать в течение календарного года. При этом долги от сессии к сессии накапливаются, и студенты становятся их заложниками, а текущая учеба уходит на второй план.

В конце января 2016 г. в течение двух дней прошла традиционная защита дипломных проектов на кафедре «Стрелковое оружие». В период 2004–2014 гг. средний балл по защитах не опускался ниже 4,6. Максимальный балл в 2006 и 2007 гг. был, соответственно, 4,8 и 4,83. В 2015 г. этот показатель был уже 4,45, а в этом году – 4,31. То есть отрицательная тенденция налицо. Между тем на защитах проектов 28 и 29 января 2016 г. присутствовали по восемь известных оружейников с двух ижевских оружейных заводов, на которых дипломники проходят преддипломную практику. Отметим, что отрицательная тенденция наметилась и при выполнении курсового проекта по специальности на 5-м курсе. Таким образом, интеллектуальный потенциал будущих оружейников, соответственно, их инновационный потенциал имеют тенденцию к снижению. Это не может отрицательно не сказаться на формировании инновационного потенциала конструкторского бюро оружейного предприятия.

Между тем некоторые студенты учатся достаточно хорошо, занимаются наукой, выступают на научных конференциях международного, российского, республиканского и университетского уровней, например, студенты С. Серкова, А. Федорова, А. Перевозчиков. Софья Серкова в 2015/16 учебном году получала стипендию Президента РФ, Алена Федорова являлась лауреатом премии Госсовета Удмуртской Республики. 30 августа 2016 г. в Московском авиационном институте комиссия по присуждению стипендии Ю. Д. Маслокува, который являлся государственным деятелем нашей страны и в свое время возглавлял отечественный военно-промышленный комплекс, подвела итоги конкурса. На пять стипендий претендовали 250 студентов из ведущих оборонных вузов страны. В число пяти победителей этого конкурса вошла и Софья Серкова, что является достижением кафедры «Стрелковое оружие» и всего нашего университета.

Всякое инновационное развитие – это не только основной инновационный процесс, но и развитие системы факторов и условий, необходимых для его осуществления, т. е. **инновационного потенциала**. Отсюда вытекает конкретная задача формирования исходных параметров инновационного потенциала, определения его места в общем потенциале технического университета, стрелковой кафедры.

Сегодня оружейная кафедра должна знать, как правильно в методическом плане выстраивать стратегию своего развития, которая неразрывно связано с формированием инновационного потенциала кафедры, способного, несмотря на объективные трудности, готовить неплохих специалистов. Необходимо конкретизировать логику формирования инновационного потенциала, который органически входит во все функциональные направления работы кафедры (см. рис.).



Суммарный потенциал оружейной кафедры  
(инновационный потенциал органически входит в каждую часть суммарного потенциала)

Из рисунка следует, что инновационный потенциал оружейной кафедры входит в каждую часть ее суммарного потенциала, т. е. в части 1–7, связанные с системой управления кафедрой, учебной, методической и научной работой преподавателей и студентов; инновационной деятельностью, развитием экспериментальной базы, воспитательно-патриотической работой, построением конструктивных взаимо-

отношений с КБ оружейных заводов, базовой кафедрой, оборонными кафедрами вузов страны, отраслевыми НИИ; оружейными музеями, предпринимательскими «оружейными» структурами, школами, техникумами.

Таким образом, суммарный инновационный потенциал кафедры определяется как сумма его составных частей, входящих во все функциональные

направления работы кафедры. При этом задача гармоничного формирования инновационного потенциала кафедры по всем направлениям ее развития достаточно сложна. Например, можно добиться успехов на одном из направлений, а на других столкнуться с проблемами. Поэтому только формирование полноценного научного и инновационного потенциала каждым сотрудником кафедры может обеспечить эффективное решение комплекса кафедральных задач, без которых инновационный потенциал для конкурентоспособного развития оружейной кафедры нельзя создать в принципе. С этой целью на кафедре разрабатывается личностная модель инновационного потенциала преподавателя.

Проведем анализ наличия инновационных подходов кафедры «Стрелковое оружие» к обеспечению развития каждого функционального направления, что связано с конкретизацией инновационных новинок, лежащих в основе инновационного развития каждого направления кафедры.

### **Система управления кафедрой**

Кафедра готовит специалистов, в первую очередь, для оружейных промышленных предприятий различной формы собственности, а поэтому должна хорошо разбираться в специфике устройства и развития стрелковой отрасли страны с учетом регионального аспекта управления, оружейных предприятий, их конструкторских бюро. То есть она должна быть знакома с основами инновационных стратегий основных работодателей своих будущих выпускников и понимать логику, которая лежит в основе создания эффективно-го и конкурентоспособного оружия.

Министерство образования и науки РФ регламентирует учебный процесс кафедры через реализацию государственных стандартов по специальности «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» и специализации «Стрелково-пушечное вооружение», обеспечивающей подготовку инженеров, и через реализацию соответствующих основных образовательных программ, согласованных с работодателями, т. е. с оружейными предприятиями.

Учебно-методическое объединение оборонных вузов страны при Минобрнауки РФ и специализированные научно-методические советы обеспечивает научно-методическую основу для подготовки инженеров, в данном случае специалистов-оружейников. Возглавляет научно-методический совет по специальности «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» и обеспечивает его работу руководство МГТУ им. Н. Э. Баумана.

В совет входят представители органов государственной власти, оборонных вузов, научных организаций, промышленных предприятий различной формы собственности, полигонов, т. е. представители всех организаций, связанных с созданием оружия и влияющих на подготовку оружейников. Поэтому если большинству участников процесса создания оружия нужны бакалавры-оружейники, то кафедра будет готовить бакалавров, а не специалистов, но вероятность снижения инновационного

потенциала будущих выпускников, а в перспективе и оружейного конструкторского бюро, при этом резко возрастает [1].

Поскольку в течение последних двух десятилетий отсутствовали стратегические документы, связанные с развитием стрелковой отрасли страны, а также с развитием оружейных кафедр, которые имеют ярко выраженную специфику своего развития, кафедре «Стрелковое оружие» пришлось проявлять инициативу и самой разрабатывать концептуальные документы, которые обеспечивали бы определенную базу для ее инновационного развития.

В настоящее время кафедрой «Стрелковое оружие» ИжГТУ имени М. Т. Калашникова разработаны функционально-структурная модель государственной политики РФ по развитию системы создания боевого стрелкового оружия и функциональная структура системы создания боевого стрелкового оружия РФ для потребностей Минобороны РФ, ФСБ РФ, МВД РФ [2]. Эти модели прошли экспертизу в компетентных органах государственной власти РФ, а предисловие к книге [3] подготовил заместитель Председателя Правительства РФ Д. О. Рогозин.

Кафедрой «Стрелковое оружие» также разработаны концептуальные и программные документы:

- Концепция развития системы подготовки конструкторов-оружейников в Удмуртской Республике, утвержденная распоряжением Правительства УР; в рамках этой концепции описаны: система создания стрелкового оружия в Удмуртской Республике; система подготовки конструкторов-оружейников в ИжГТУ; система подготовки конструкторов-оружейников на промышленных предприятиях Удмуртской Республики;

- Программа сотрудничества органов государственной власти Удмуртской Республики, ижевских оружейных заводов, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, кафедры «Стрелковое оружие» и План конкретных мероприятий по развитию системы подготовки оружейников, утвержденные заместителем Председателя Правительства УР.

Сейчас кафедра в стратегическом плане стремится стать образовательным научно-инновационным центром, в основе которого лежит структура «кафедра – научно-исследовательская лаборатория – конструкторское бюро – учебный научно-производственный центр».

### **Учебная работа**

Инновации здесь связаны с внедрением в учебный процесс новых курсов: разработкой рабочих программ, лекционных курсов, лабораторных работ, практических занятий.

С 2015/16 учебного года в учебный процесс внедрено три новых курса: «Проектирование патронов», «Специальные виды оружия», «Основы системной методологии». При этом если два первых курса читаются и в других оборонных вузах, то третья дисциплина впервые внедрена в учебный процесс только нашей кафедры.

### **Методическая работа**

Инновации здесь связаны с разработкой методического обеспечения новых учебных курсов, с написанием новых учебно-методических пособий и учебников, внедрением информационных и компьютерных технологий в учебный процесс, а также с формированием будущего облика кафедры на краткосрочную и долгосрочную перспективу. В настоящее время разрабатываются новые лабораторные работы, связанные с использованием в учебном процессе нового измерительного комплекса зарубежного производства.

Принципиально новый, инновационный подход был реализован при написании двух уникальных книг [4, 5], которые необходимы студентам, чтобы они знали творческое наследие выпускников кафедры «Стрелковое оружие».

### **Научная работа преподавателей и студентов**

Традиционное направление научных исследований на кафедре связано с подготовкой аспирантов и докторантов и выполнением исследований по заказам предприятий и других организаций. В 2015 г. защищена кандидатская диссертация раньше срока аспирантом Д. В. Чирковым, а в 2016 г. аспирант Р. Р. Фархетдинов в срок представил кандидатскую диссертацию и планирует защитить ее до конца отчетного года.

Кафедра считает, что создание оружия нового поколения требует и новых методик проектирования оружия. Поэтому сейчас на кафедре создается принципиально новая методика проектирования оружия (оружейных комплексов), которая позволит конструктору на стадии проектирования оценивать кучность стрельбы и эффективность поражения целей, защищенных бронежилетами, без проведения стрельб. В основе этой методики лежит замкнутая система «стрелок – оружие (оружейный комплекс) – движение пули по управляемой траектории – эффективность стрельбы и поражения защищенных целей».

Следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Кафедра может делать все правильно в научном плане, но тему для проведения НИР в интересах какого-либо заказчика может так и не заключить, так как этому мешают корпоративные заслоны. Руководство университета должно учитывать эту особенность современного развития и помогать кафедре своим административным ресурсом.

### **Инновационная работа, связанная со стрелковым автоматическим оружием**

В настоящее время реализуется инновационный проект, связанный с созданием модульного автомата нового поколения и системы модульного автоматического оружия на его основе, который докладывался на заседании рабочей группы Военно-промышленной комиссии в Правительстве РФ, в Фонде перспективных исследований, созданном на основании Указа Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 и в ЦНИИТОЧМАШ. Кафедра «Стрелковое оружие» впервые в нашей стране обосновала акту-

альность разработки модульного автомата, а на его основе – системы модульного автоматического оружия под различные типы патронов и сменные стволы различной длины. На данный вид оружия подан патент на изобретение. Отметим, что в США принята на вооружения штурмовая винтовка модульной конструкции.

Кроме того, кафедрой предложен новый способ повышения кучности стрельбы из автомата короткими очередями, когда первая пуля в очереди является штатной, а последующие пули имеют конструктивные особенности, изменяющие траекторию полета последующих пуль в заданном направлении. Данный способ позволяет кардинально повысить кучность стрельбы при сохранении конструкции оружия, например, увеличить эффективность автомата Калашникова или обеспечить высокую боевую эффективность модульного оружия.

В настоящее время на кафедре на основе расчетно-теоретических исследований и конструкторских разработок получены рекомендации по проектированию модульного автомата и созданию системы модульного автоматического оружия. Проводятся также целенаправленные теоретические исследования, необходимые для разработки конструкций пуль, способных изменять траекторию их полета в заданном направлении и увеличить вероятность поражения целей.

### **Развитие экспериментальной базы**

Данный процесс связан с оснащением отремонтированного тира кафедры уникальным измерительным комплексом зарубежного производства, в состав которого входит скоростная видеокамера, позволяющая регистрировать процессы со скоростью 150 тысяч кадров в секунду. В связи с этим появляется возможность познакомить студентов с особенностями быстропротекающих процессов, которые происходят при выстреле из стрелкового оружия.

### **Новые формы воспитательно-патриотической работы со студентами**

Работа связана с проведением научно-практических конференций, посвященных оружейной проблематике, на которые приглашаются ветераны – оружейники ижевских оружейных заводов – выпускники кафедры.

В первую очередь следует отметить всероссийские видеоконференции, проводимые кафедрой «Стрелковое оружие» совместно с родственными кафедрами вузов Тулы, Москвы, Коврова, Санкт-Петербурга, а также кафедральные конференции, посвященные Дню Победы и Дню оружейника, которые проводятся в принципиально новом формате. Студенты делают доклады о творчестве известных ижевских конструкторов-оружейников, которые при этом находятся в зале и слушают выступающих. Затем студенты задают им вопросы, на которые получают исчерпывающие ответы. Для подготовки выступлений студенты используют кафедральную книгу «Профессия – оружейник: единство образования,



науки и производства», которая содержит десятки записок ижевских оружейников разных поколений о своем творческом пути.

#### Библиографические ссылки

1. Об инновационном потенциале системы подготовки инженеров-оружейников / Б. А. Якимович, С. А. Писарев, Ю. Б. Брызгалов, Ю. С. Фархетдинова // сб. материалов 1-й науч.-практ. конф. РАРАН «Военная безопасность России:

Получено 22.09.2016

взгляд в будущее. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – С 204–211.

2. Профессия – оружейник: единство образования, науки, производства / под общ. ред. С. А. Писарева, Б. А. Якимовича. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2013. – 960 с.

3. Там же.

4. Там же.

5. Оружие и его создатели: связь времен / под общ. ред. С. А. Писарева, Б. А. Якимовича. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – 518 с.

УДК 621.833.6

А. С. Сунцов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## ПОДАТЛИВОСТЬ ЩЕК ВОДИЛА ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В ЗАЦЕПЛЕНИЯХ КОЛЕС

Ликвидация избыточных связей в планетарной передаче (выполнение основных звеньев самоустанавливающимися) позволяет существенно улучшить ее эксплуатационные показатели. Однако при ограниченном радиальном размере механизма обеспечить угловую подвижность сателлита, установленного на двух подшипниках, затруднительно [1, 2].

В этом случае для аналитического определения законов изменения погонных нагрузки  $w(x)$  и изгибающего зуб момента  $t(x)$  используем уравнения связи начального неприлегания (угол неприлегания  $\beta$ ) сопрягаемых зубьев в произвольном сечении с перемещениями, вызванными их деформацией под нагрузкой, включая деформацию кручения зуба относительно продольной оси  $\varphi(x)$ , а также перемещениями других элементов передачи:

$$x(\beta - \gamma_{\Sigma}) - \delta_W [w(x) - w(0)] + 0,5d_{ba}\varphi_a(x) = h\varphi(x); \quad (1)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{GI_k} \int_0^x [t(\xi) - hw(\xi)](x - \xi) d\xi = \frac{t(x) - t(0)}{h^2} \delta_t. \quad (2)$$

Здесь  $h$  – плечо погонной силы  $w(x)$  относительно центра изгиба зуба;  $G$  – модуль упругости второго рода;  $I_k$  – момент инерции поперечного сечения зуба при кручении относительно продольной оси;  $\delta_t$  – удельная податливость рассматриваемого зуба, вызванная деформацией его изгиба;  $\delta_W$  – удельная податливость зацепления, вызванная всеми видами деформации зубьев за исключением деформации изгиба рассматриваемого зуба колеса;  $\varphi_a$  – угол кручения солнечной шестерни;  $d_{ba}$  – диаметр ее основной окружности;  $\gamma_{\Sigma}$  – угол перекоса образующей боковой поверхности зуба в плоскости действия на-

грузки, вызванный деформациями элементов механизма.

Составляющие податливости зубьев, а также деформации элементов передачи определяются с использованием методов строительной механики, интегралов Мора и экспериментальным путем.

Выполненные по указанным выражениям расчеты показывают, что вызванные погрешностями изготовления и деформацией отдельных элементов передачи коэффициенты неравномерности распределения нагрузки и напряжений изгиба зубьев могут достигать величины 2 и более, что отрицательно сказывается на несущей способности привода. В связи с этим целесообразно сателлит выполнить состоящим из двух одинаковых зубчатых колес, каждое из которых посажено на сферический подшипник (рис. 1), а для снижения неравномерности распределения нагрузки по венцам сателлита щеки водила выполнить податливыми с отверстиями или пазами в зоне расположения оси [3] (рис. 2).

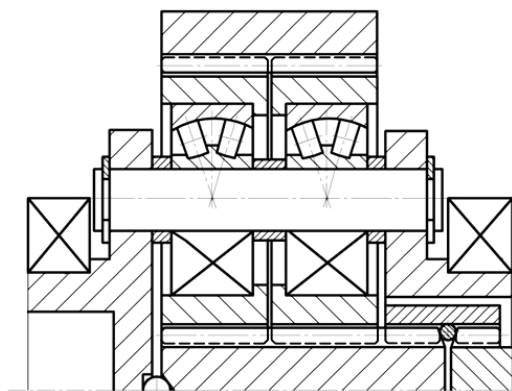


Рис. 1. Планетарная передача с двухрядными сателлитами

Для определения податливости нежесткого водила выделим его элемент (см. рис. 2) и установим