

УДК 539.3

**В.И. СЕРИКОВ, А.В. УСТИНЕНКО, А.В. БОНДАРЕНКО, Р.В. ПРОТАСОВ****ФОРМИРОВАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГРУППОВЫХ ЗАНЯТИЙ В ФОРМЕ ДЕЛОВОЙ ИГРЫ**

На кафедре ТММ и САПР НТУ «ХПИ» проводится цикл взаимодополняемых занятий и проектов в форме деловой игры. Такой подход позволяет последовательно развивать и закреплять сформированные компетенции у обучаемых. В статье рассмотрены варианты проведенных авторами занятий в форме деловой игры. Подробно описаны правила и методика проведения указанных занятий. Проанализировано влияние проводимых занятий на активизацию учебного процесса и познавательной деятельности обучаемых и формирования профессиональных компетенций в будущем.

**Ключевые слова:** деловая игра, компетенции, активизация учебного процесса, интерактивные формы проведения занятий, творческий подход

**Постановка задачи.** Современные взаимоотношения в обществе не могут не сказаться на процессе и качестве получения образования как базового, так и высшего. При изменении содержания программ и количества дисциплин наблюдается отсутствие комплексного подхода получения знаний, пассивность обучаемого контингента, отсутствие навыков оперативного представления выполненной работы, творческого подхода, маркетинговых навыков при трудоустройстве и даже при определении учебных заведений для дальнейшего повышения уровня образования. Сегодня в качестве одного из методов активизации познавательной деятельности становится активное использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

**Анализ исследований и публикаций.** Вопрос активизации познавательной деятельности в разное время интересовал и использовался многими известными отечественными и зарубежными педагогами и философами: Ж.-Ж. Руссо, И.Г. Песталоцци, Г. Гегелем, Б.Г. Ананьевым, Н.А. Бердяевым, Л.С. Выготским, Н.А. Добролюбовым, А.Н. Леонтьевым, Л. М. Лопатиным, А.С. Макаренко, С.Л. Рубинштейном, В.А. Сухомлинским, К. Д. Ушинским, Н.Г. Чернышевским.

Педагогическая технология игрового проектирования, как развитие гуманистического подхода к образованию, разработанном в 1896 году американским философом и ученым педагогом Дж.Дьюи, известна с прошлого века. Разработки деловых и имитационных игр в области активного обучения проводились также современными исследователями: И. Г. Абрамовой, Ю. С. Арутюновым, Н. В. Борисовой, А. А. Вербицким, С. С. Егоровым, В. М. Ефимовым, Р. Ф. Жуковым, С. Г. Колесниченко, В. Ф. Комаровым, В. Н. Кругликовым, В. Я. Платовым, А. М. Смолкиным, И. М. Сыроежиным и другими. Большую роль в распространении подобных методик играет практическая деятельность по пропаганде их в качестве основы активного обучения, личное участие педагогов, а также достижение практических результатов [1-4]. В НТУ «ХПИ» указанная технология получила достаточно широкое распространение со второй половины XX столетия [5]. В настоящее время она не только активно развивается,

но пропагандируется многими педагогами-преподавателями: проф. Горелый А.В. доц. Васильева И.Г., проф. Хоменко И.В., профессора Парсаданов И.В., Пылев В.А., Шпаковский В.В., доценты Коваленко В.Т., Сергиенко Н.Е., Тихоненко А.Т., Тринев А.В., и др. (<http://blogs.kpi.kharkov.ua/play/>)

**Цель статьи** - изложение и анализ вариантов игровых занятий и их конструктивного применения в образовательном процессе при подготовке современных специалистов.

**Изложение основного материала.** Наиболее эффективными в развитии технологий обучения в образовании являются такие методы активного обучения, как игровое проектирование, метод проектов, анализ конкретных ситуаций.

Игровое проектирование дает возможность воспроизводить в условиях учебного процесса работу над созданием или совершенствованием реального, условного или моделируемого объекта или процесса. В большинстве случаев деятельность учащихся направлена на коллективную работу над проектом.

Условия проведения игровых занятий на кафедре ТММ и САПР.

**Цель игры** – приобретение и развитие профессиональных умений и практических навыков по созданию программного обеспечения в условиях конкуренции и открытости исходных кодов программ.

Объектами моделирования в игре являются процедуры взаимодействия разработчиков программного обеспечения с заказчиком, коллегами и контролирующими органами.

Выбор объектов моделирования объясняется тем, что системный подход к разработке программного обеспечения, применяемого в современных САПР, подразумевает тесное сотрудничество разных групп разработчиков и применение модульного принципа построения программного обеспечения. Введение в игру заказчика обусловлено необходимостью продемонстрировать играющим реальные способы взаимодействия разработчика и менеджера проекта.

В процессе игры у участников должны формироваться и закрепляться знания приемов и методов создания программ, состоящих из нескольких модулей. Кроме этого, в процессе проведения деловой игры играющие должны получить навыки такой

работы, чтобы аккуратность была достигнута не только при составлении кода программы, но и при описании его структуры и принципа работы, в том числе при передаче его для работы коллегам.

**Легенда.** Для проведения учебного процесса кафедре необходимо иметь программное обеспечение, позволяющее проводить кинематические и силовые расчеты рычажного механизма структурных групп Асура второго класса в теории машин и механизмов. Это программное обеспечение должно обеспечивать не только возможность производства указанных расчетов, но и визуализацию как работы механизмов в схематичном виде, так и результатов расчетов в виде графиков. Кроме этого, указанное программное обеспечение должно позволять сохранять не только результаты расчетов, но и собранные кинематические схемы таким образом, чтобы было возможно для преподавателя создать банк типовых кинематических схем для последующей проверки представляемых к защите курсовых проектов.

Заказчиком данной работы является заведующий кафедрой. Он же объявляет конкурс на создание указанного программного обеспечения. В общепринятой мировой практике такие разработки выполняются на общественных началах, но авторские права разделяют между собой как разработчик, так и заказчик. Заказчик в этом случае частично компенсирует трудозатраты для полностью выполненных работ, более близких к объявленным целям. Полной компенсации с получением прибыли подлежит разработка, полностью удовлетворяющая техническим условиям и, возможно, превышающая заданные технические параметры.

**Состав и функциональные обязанности участников игры.** Участниками игры являются:

- Заказчик программного обеспечения.
- Исполнители (участники конкурса на лучшую разработку)
- Члены оценочной комиссии по приемке разработанного программного обеспечения.

**Заказчиком** данной работы является заведующий кафедрой. Он же объявляет конкурс на создание указанного программного обеспечения.

В процессе игры заказчик может высказывать пожелания после представления промежуточных результатов работ исполнителей как отдельным участникам игры, так и всем одновременно. При этом он может по своему усмотрению выделить необходимое количество баллов в виде кредита для приобретения недостающих модулей с целью ускорения работы над указанной им частью программного обеспечения.

**Исполнителями** (соискателями) являются студенты, выполняющие расчетное задание согласно учебному плану и в пределах часов, выделенных на выполнение данного задания. Исполнители могут свободно распоряжаться результатами своих разработок (продавать, отдавать безвозмездно).

Члены **оценочной комиссии** оценивают промежуточные и окончательные результаты работы согласно установленным правилам. Результаты оценки

сообщают Заказчику.

Члены **правовой комиссии** следят за соблюдением правил игры всеми участниками.

Возможно совмещение должностей в комиссиях. Как правило, количество членов комиссий ограничено учебным планом и учебной нагрузкой и потому редко может превышать два члена комиссии.

**Правила игры.** Вся работа, выполненная в соответствии с заданием заказчика, оценивается в 500 баллов.

Минимальное количество баллов, являющееся допуском к представлению работы перед заказчиком, – 200 баллов.

В начале работы для возможных приобретений исполнителям выдается беспроцентный кредит – 250 баллов. Льготная беспроцентная ставка кредита действует только до окончания срока официального приема работ, определенного учебным планом дисциплины. Проценты после официального окончания приема работ начисляются в размере 1 % в день.

Устанавливается следующая цена выполняемых работ:

- 1 библиотека 25-50 баллов;
- 1 объект, инкапсулирующий геометрические, кинематические и силовые параметры и методы расчета – 50-100 баллов;
- 1 интерфейс программы – 50-100 баллов;
- Модуль построения графика – 50-100 баллов;
- Модуль отображения таблицы параметров – 25-50баллов;
- Сертификация библиотек – 10 баллов;

Оценивание выполненной работы производится согласно критериям, изложенным в таблице 1. Перевод баллов из национальной системы оценивания в систему ECTS производится согласно существующим на время проведения игры руководящим инструкциям как университета, так и факультета, на котором проводится игровое занятие.

Разработке студентом в обязательном порядке подлежит модуль динамической библиотеки для расчета кинематических и динамических параметров группы своего варианта. В этом виде в случае успешной реализации он может свободно за баллы распространять этот модуль среди других студентов.

Недостающие модули в виде динамических библиотек с описанием входящих и выходящих параметров студент может приобрести у других студентов, для которых модуль их варианта является обязательным к разработке. Процесс сопровождается заявлением на имя Заказчика с просьбой перевести на счет продавца необходимое количество баллов и указанием, какой модуль откуда и куда скопировать.

В связи с тем, что конечное программное обеспечение у всех разработчиков содержит восемь

Таблица 1 – Критерии оценки

Оценка	Объем работ
5	401-500
4	301-400
3	300-200

одинаковых по функциональному назначению расчетных модулей, а разработке каждым студентом обязательным является только два модуля своего варианта, то в группе создается избыточное количество разработанных модулей. Таким образом, для создания полнофункционального программного обеспечения разработчик (студент) может выбрать лучший у своих коллег, поощрив свой выбор отданными в качестве оплаты своими баллами (то есть приобрести за баллы). С другой стороны, разработчик лучшего модуля (модулей) может рассчитывать на продажу этих модулей по наивысшей цене в баллах.

За достоверность расчетов в сдаваемой программе несет ответственность непосредственно разработчик, представляющий программное обеспечение, даже если ошибка содержится в приобретенном модуле. Поэтому разработчик может пойти следующими путями приобретения сторонних модулей (других производителей):

а) поверить в работоспособность приобретаемого модуля и ничего более не предпринимать;

б) после приобретения модуля проверить его на тестовых примерах;

в) сертифицировать его у членов правовой комиссии (за указанную плату).

С целью обеспечения честности и во избежание получения сверхдоходов в группах с существенно различающимся уровнем начальной подготовки и познавательной активности участников, члены правовой комиссии следят за всеми сделками и не допускают сделок, которые выходят за рамки установленных правил.

В начале игры проводится общий сбор исполнителей и оглашается техническое задание на проведение работ:

создать программу для расчета кинематических и силовых параметров рычажного механизма структурных групп Ассура второго класса в теории машин и механизмов.

Вся программа должна уметь рассчитать указанные параметры для всех групп. Разработке студентом в обязательном порядке подлежит модуль динамической библиотеки своего варианта.

Для возможности оценки правильности расчетов последние выводятся в виде таблицы.

При выборе в таблице значений – механизм отображается на рисунке в заданной точке, на графике отображается указанная точка. Вид интерфейса программы – произвольный с учетом условностей стандарта общепользовательского доступа.

График выполнения работы (таблица 2) объявляется на первом занятии.

Каждый этап заканчивается промежуточным отчетом. Во время отчета возможно проведение консультаций для разбора возникших вопросов.

В процессе работы студенты могут приобретать недостающие модули, разработанные другими студентами за баллы (как полученные в виде кредита, так и заработанные). Члены правовой комиссии по заявке студентов переводят баллы с виртуальных счетов одних студентов на виртуальные счета других.

Во избежание недоразумений каждый перевод осуществляется после письменного заявления студента, отосланного по электронной почте. Выборочно может проверяться предмет сделки на предмет его соответствия заявленным качествам.

Для проведения игры на кафедре необходимо иметь техническую и конструкторскую документацию, методики выполнения решения поставленных задач. Кроме этого, необходимо предварительно дать представление участникам

игрового занятия о сегодняшних проблемах, которые решаются ведущими производителями отрасли, и ее связь с решаемой задачей.

При этом объявляется конкурс на лучшее решение задачи. Авторские права разделяют между собой разработчики и куратор, ставящий конкретную задачу и проводящий экспертизы предлагаемых решений. При разработках, отличающихся оригинальностью, заказчиком может выступить подразделения отраслевого предприятия.

Промежуточные результаты исполнителей проверяются руководителем игры и его помощниками.

Исполнителями работают студенты старших курсов, имеющие уже определенные навыки выполнения такого типа задач и базовые знания. Группа студентов делится на подгруппы. В каждой подгруппе назначаются главные конструкторы, начальники конструкторских бюро, которые и осуществляют работу. На рисунке 1 – рабочий момент игры.



Рис. 1 – Группы студентов за работой

Оцениваются результаты работы в баллах по ряду критериев качества выполненной разработки, по

активности студентов при представлении своих результатов и обсуждении решений своих коллег. Для оценки приглашаются эксперты с родственных кафедр, ведущие преподаватели и специалисты кафедры. На рисунке 2 – преподаватели кафедры в качестве экспертов.

В конце занятия выступают эксперты. Студенты, получившие наибольшие баллы, поощряются. Их разработка может быть зачтена как курсовой проект или работа, как сдача очередного модуля или экзамена в целом.

В процессе выполнения проекта студенты восполняли недостаток знаний самообразованием как из доступной литературы, так и из сети интернет. При этом студенты в процессе совместной работы овладели набором знаний и умений для деятельности в коллективе, планирования исследований, самостоятельного получения недостающей информации.



Рис. 2 – Профессор Ткачук Н.А. и члены комиссии на защите проектов

Еще одной из деловых игр, проводимых на кафедре ТММ и САПР НТУ «ХПИ» является деловая **игра по созданию сложного программного продукта** в пределах академической студенческой группы по дисциплине «Технология создания программных продуктов». Эта игра является оригинальной разработкой преподавателей кафедры Теории и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин НТУ «ХПИ». В ней используются и прикладные исследования сотрудников кафедры [6, 7, 8].

Данная деловая игра **предназначается** для обучения студентов работе программиста в группе, правильной и рациональной взаимодействия в рамках группы, эффективному распределению ролей, слаженной работе при объединены отдельных программных блоков в единый сложный программный продукт.

**Цель деловой игры:** смоделировать ситуацию слаженной работы коллектива программистов при создании сложного программного продукта; воспроизвести систему отношений как между отдельными программистами группы, так и в треугольнике ответную игру па (программистов) - администрация - заказчик; воспроизвести и побудить к

решению профессиональных проблемных ситуаций, проблем и противоречий.

#### **Задачи деловой игры:**

- Доказать студентам понятие программного обеспечения и особенности разработки сложного программного обеспечения;
- помочь студентам ознакомиться с жизненным циклом и процессами разработки программного обеспечения, международными и национальными стандартами разработки сложных программных продуктов;
- способствовать усвоению методологий разработки, архитектуры и средств автоматизации разработки программных продуктов;
- научить проводить анализ требований заказчика к программному обеспечению;
- дать знания по качеству и стандартам качества, верификации и тестирования программного обеспечения;
- научить осуществлять испытания и сопровождение сложных программных продуктов;
- разъяснить работу с документацией (эксплуатационной, операционной, рекламной) и маркетингом программных продуктов.

Общее количество участников данной игры должно превышать 10-15 человек, идеальное значение 20 человек, что соответствует среднему количеству студентов в академической группе на специальности информационные технологии проектирования.

Продолжительность деловой игры рассчитана на 24-26 академических часов практических занятий.

Работа студентов по деловой игре должна выполняться на аудиторных занятиях в вычислительном центре кафедры, желательно, чтобы каждый студент мог пользоваться компьютером, допускается использование персональных аппаратных средств; по программному обеспечению можно использовать любые языки программирования, которые изучались студентами.

В рамках деловой игры моделируется ситуация взаимодействия заказчик-исполнитель.

**Заказчик** - заведующий кафедрой ставит задачу разработки унифицированного программного комплекса по расчету передач гибкой связью, зубчатых и червячной передач; указанный программный комплекс будет использоваться в учебных целях в других дисциплинах. В качестве алгоритмов расчета указанных передач необходимо использовать последовательности, приведенные в учебнике «Расчет и проектирование деталей машин» Н.Ф. Киркач, Р.А. Баласанян. Программный комплекс должен отвечать общим требованиям к программному обеспечению, должен иметь удобный интерфейс, который даст возможность пользователю выбирать необходимый тип передачи, вводить входные данные и получать результаты расчетов, пряча промежуточные расчеты. Количество передач, которые позволяет рассчитывать программный комплекс, зависит от количества студентов в группе, отношение будет дано ниже.

**Исполнитель** - группа студентов и преподаватель берется выполнить поставленную задачу в

установленный срок. Студенческая группа разбивается по собственному желанию на подгруппы по 4 (5) человека в каждой. Каждая такая подгруппа является эле-том программного цеха, таким образом организуется 4-5 элементов. С одного из элементов 2 человека назначаются тестирующими, таким же образом 2 человека назначаются менеджерами-администраторами. Каждая подгруппа в рамках задачи должна реализовать алгоритмы расчета двух передач, подгруппы, имеющие в своем составе тестирующих или менеджеров-администраторов, также реализуют алгоритм расчета двух передач. В обязанности тестирующих входит проверка адекватной работоспособности программных блоков, создаваемых всеми подгруппами, проверка осуществляется по проведенным правильным вариантам расчетов. Менеджеры-администраторы следят за выполнением работы всех подгрупп.

**Заказчик** должен четко сформулировать исполнителю постановку задачи, с указанием, какие передачи должен рассчитывать программный комплекс, определяется количеством студентов академической группы. Наиболее востребованные передачи:

- плоскоремной передача;
- клиновая передача;
- поликлиновая передача;
- цепная передача с роликовой цепью;
- цепная передача с зубчатой цепью;
- зубчатая цилиндрическая передача с прямым зубом;
- зубчатая цилиндрическая передача с косым зубом;
- зубчатая коническая передача;
- зубчатая червячная передача.

Обычно, этот перечень является достаточным, но может быть расширен преподавателем при необходимости.

Также он определяет общие требования к виду интерфейса, а также требования удобства его использования:

- соответствие задачам, которые пользователь должен решать с помощью программного комплекса;
- способствовать повышению производительности пользователя;
- способствовать относительно быстрому обучению;
- противостоять ошибкам пользователя и преодолевать их;
- максимально повышать субъективное удовлетворение пользователей.

**Выводы.** На кафедре ТММ и САПР НТУ «ХПИ» проводится цикл взаимодополняемых занятий и проектов в форме деловой игры. Такой подход позволяет последовательно развивать и закреплять сформированные компетенции у обучаемых.

Анализ проведения таких игровых занятий, проводимых как самостоятельно, так и совместно с другими кафедрами позволил обобщить знания по

организации игровых занятий.

Участие в такого рода труде способствует расширению и укреплению знаний, осознанию взаимосвязи теоретического и практического материала.

Студенты начинают понимать на практике единство преподаваемых дисциплин и необходимость представления целостности знаний.

При решении поставленных задач возникает необходимость самостоятельной работы, поиска исходной, базовой информации и решений, планирование работ.

Игровые занятия укрепляют уважительные отношения друг к другу всех участников, способствует формированию необходимых профессиональных и общекультурных компетенций. На первый план выходят профессиональные, творческие показатели каждого участника.

**Список литературы:** 1. Кириллова Г.Д. Теория и практика урока в условиях развивающего обучения. - М., 1980 - 198 с. 2. Гадяцкий М.В., Хлебникова Т.М. Організація навчального процесу в сучасній школі. - Харків: Видавництво "Ранок", "Векста". - 2004. - 136 с. 3. Щедровицкий П.Г. К анализу топике организационно-деятельностных игр.- Пушкино: Научный центр биологических исслед. АН СССР, 1987. - 44 с. 4. Бельчиков Я.М., Бирштейн М.М. Деловые игры. - Рига: Автос, 1989.- 304 с. 5. Активизация обучения проектированию / Под ред. А.В. Горелого.- К.: УМК ВО, 1991. - 262 с. 6. Протасов Р.В., Устиненко А.В., Сериков В.И. Формирование конечно-элементной модели и анализ напряженно-деформированного состояния эволютной передачи // Вісник НТУ "ХПИ": Зб. наук. праць. Сер. "Проблеми механічного приводу". - Харків, 2014. - №31. - С.139-143. 7. Андриенко С.В., Устиненко А.В., Протасов Р.В. Численное решение задачи синтеза профиля зуба звездочки цепной втулочно-роликовой передачи // Вісник НТУ "ХПИ": Зб. наук. праць. Сер. "Проблеми механічного приводу". - Харків, 2014. - №31. - С.10-15. 8. Чернявский И.С., Устиненко А.В., Бондаренко А.В. Анализ резервов повышения нагрузочной способности зубчатых передач трансмиссии трактора Т-150К // Вісник СевНТУ: Зб. наукових праць. Сер.: Механіка, енергетика, екологія. - Севастополь, 2013. - Вип. 139/2013.- С.298-302.

**Bibliography (transliterated):** 1. Kirillova G.D. Teoriya i praktika uroka v usloviyah razvivayushchego obucheniya. - Moscow, 1980 - 198 p. 2. Gadyatskiy M.V., Hlebniikova T.M. Organlzatsiya navchalnogo protsesu v suchasny shkolli. - Kharkiv: Vidavnistvo "Ranok", "Veksta". - 2004. - 136 p. 3. Schedrovitskiy P.G. K analizu topiki organizatsionno-deyatelnostnyih igr.- Puschino: Nauchnyiy tsentr biologicheskikh issled. AN SSSR, 1987. - 44 p. 4. Belchikov Ya.M., Birshiteyn M.M. Delovyye igryi. - Riga: Avtos, 1989.- 304 p. 5. Aktivizatsiya obucheniya proektirovaniyu / Pod red. A.V. Gorelogo.- Kiev: UMK VO, 1991. - 262 p. 6. Protasov R.V., Ustinenko A.V. Serikov V.I. Formirovanie konechno-ele-mentnoy modeli i analiz na-pryazhenno-deformiro-vannogo sostoyaniya evolyutnoy peredachi // VIsnik NTU "KhPI": Zb. nauk. prats. Ser. "Problemi mehanlchnogo privodu". - Kharkiv, 2014. - No31. - P.139-143. 7. Andrienko S.V., Ustinenko A.V., Protasov R.V. Chislennoe reshenie zadachi sinteza profilya zuba zvezdochki tsepony vtulochno-rolikovoy peredachi // VIsnik NTU "KhPI": Zb. nauk. prats. Ser. "Problemi mehanlchnogo privodu". - Kharkiv, 2014. - No 31. - P.10-15. 8. Chernyavskiy I.S., Ustinenko A.V., Bondarenko A.V. Analiz rezervov povyisheniya nagruzochnoy sposobnosti zubchatyih peredach transmissii traktora T-150K // VIsnik SevNTU: Zb. naukovih prats. Ser.: Mehanika, energetika, ekologiya. - Sevastopol, 2013. - Vyp. 139/2013.- P.298-302.

Поступила (received) 05.07.2015

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Сериков Владимир Иванович** – доцент, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Теория и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин» г. Харьков; тел.: (057) 707-69-01; e-mail: [serikovvi@tmm-sapr.org](mailto:serikovvi@tmm-sapr.org).

**Sierykov Volodymyr Ivanovich** – associate professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", the department "The theory and computer aided design of mechanisms and machines", Kharkiv, phone: +38 (057) 707-69-01; e-mail: [serikovvi@tmm-sapr.org](mailto:serikovvi@tmm-sapr.org).

**Устиненко Александр Витальевич** – доцент, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Теория и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин» г. Харьков; тел.: (057) 707-69-01; e-mail: [ustin1964@gmail.com](mailto:ustin1964@gmail.com).

**Ustynenko Oleksandr Vitaliyovych** – associate professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", the department "The theory and computer aided design of mechanisms and machines", Kharkiv, phone: +38 (057) 707-69-01; e-mail: [ustin1964@gmail.com](mailto:ustin1964@gmail.com).

**Бондаренко Алексей Викторович** – старший преподаватель, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Теория и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин» г. Харьков; тел.: (057) 707-69-01; e-mail: [avbondarenko@yandex.ua](mailto:avbondarenko@yandex.ua).

**Bondarenko Aleksey Vyktorovych** – senior lecturer, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", the department "The theory and computer aided design of mechanisms and machines", Kharkiv, phone: +38 (057) 707-69-01; e-mail: [avbondarenko@yandex.ua](mailto:avbondarenko@yandex.ua).

**Протасов Роман Васильевич** – ассистент, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Теория и системы автоматизированного проектирования механизмов и машин» г. Харьков; тел.: (057) 707-69-01; e-mail: [protasov@tmm-sapr.org](mailto:protasov@tmm-sapr.org).

**Protasov Roman Vasyliyovych** –assistant, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", the department "The theory and computer aided design of mechanisms and machines", Kharkiv, phone: +38 (057) 707-69-01; e-mail: [protasov@tmm-sapr.org](mailto:protasov@tmm-sapr.org).