

УДК 539.3

А. Г. АНДРЕЕВ; С. А. НАЗАРЕНКО**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ УЧЕНЫХ НТУ «ХПИ»
В ОБЛАСТИ МЕХАНИКИ**

Сделан обзор основных научных достижений ученых и выпускников НТУ «ХПИ» в области механики (строительной, экспериментальной, аналитической, сельскохозяйственной, прикладной, нелинейной, компьютерной и др.). Школа механики НТУ «ХПИ» развивается в направлении теоретического, экспериментального и компьютерного исследования научно-технических проблем динамики, прочности, надежности, оптимизации объектов (материалов, конструкций, систем) с многоуровневой структурой в условиях интенсивного нагружения.

Ключевые слова: механика, техника, Кирпичев, Ляпунов, Стеклов, Ландау, динамика.

Введение. В статье сделан обзор деятельности научной школы механики в Харьковском политехническом институте (ХПИ), выстроена последовательность этапов ее развития, приведена уникальная информация о выдающихся ученых и выпускниках ХПИ, чьи фундаментальные труды по механике заслужили мировое признание.

В 1885 году открылся Харьковский практический технологический институт (ХПТИ, с 1902 – ХТИ, с 1929 – ХПИ). На базе ВУЗа в 1930 г. было организовано 6 самостоятельных Харьковских специализированных институтов для подготовки инженерно-технических кадров: в том числе механико-машиностроительный (ХММИ). ХПИ был воссоздан в 1949 году [1].

Ключевые работы ученых и выпускников ХПИ в области механики. Первый директор ХПТИ В. Л. Кирпичев добивался замены способов проектирования, основанных на приложении эмпирических формул, на методики, сформированные на теоретических расчетах. Им было впервые выявлено значение теоремы Рэлея для проблем строительной механики. Один из создателей Украинской Академии Наук (АН) С. П. Тимошенко подчеркивал: «Благодаря Кирпичеву методы Рэлея нашли широкое применение в России, а позже и в других странах» [1, 2].

Кирпичев читал курс лекций по графической статике, ввел в преподавание графоаналитические методы. Первое типографское издание его труда «Сопротивление материалов. Часть I. Учение о прочности построек и машин» было произведено в 1898 г. в Харькове. Книга стала настольной для многих поколений студентов и инженеров. В нее вошли вопросы сопредельных дисциплин: строительной механики, теории звука, технологии материалов, материаловедения, математической теории упругости и др..

Большую роль отводил Кирпичев экспериментальным исследованиям. Около 100 страниц части II посвящены механическим свойствам материалов. Считается, что автором термина «экспериментальная механика» является Кирпичев [1]. Организованная им механическая лаборатория ХПТИ стала по техническому оснащению лучшей в стране. Ее лаборантом был выпускник ХПТИ, в дальнейшем директор Томского технологического института (ТТИ, с 2009 г. Национальный исследовательский Томский политехни-

ческий университет), проректор Московского государственного университета И. И. Бобарыков. Его именем была названа механическая лаборатория ТТИ.

В механической лаборатории ХПТИ К. А. Зворыкин создал первый 3-х компонентный динамометр. Фундатор технологической подготовки инженеров-механиков в ХПТИ впервые получил зависимости сил резания от факторов процесса резания и был удостоен премии, учрежденной Императорским Русским техническим обществом (РТО) [1].

В 1895 году основывается станция по испытанию сельскохозяйственных машин при ХПТИ, первая в Российской империи [1]. С 1898 по 1900 гг. здесь работал К. Г. Шиндлер, инициировавший изучение воздействия технологии механической обработки почвы и функционального совершенства земледельческого орудия на производительность обработки и урожайность. В ХТИ преподавал Д. Д. Арцыбашев, заведующий Бюро сельскохозяйственной механики при Ученом комитете Главного управления Министерства земледелия и земледела - первой в стране правительственной исследовательской организации по этому профилю.

Кирпичев привлек в 1887 г. к чтению курса аналитической механики начинающего приват-доцента А. М. Ляпунова, выпустившего с 1888 г. целый ряд трудов, посвященных устойчивости движения нелинейных механических систем [3, 4]. Докторская диссертация работавшего в ХПТИ до 1894 г. Ляпунова "Общая задача об устойчивости движения" (1892) явилась источником многих новых научных направлений. Выпускник ХТИ Г. А. Ботезат в 1911 г. в Сорбонне защитил первую в области авиации докторскую диссертацию по исследованию устойчивости аэроплана. Один из первых экспертов Национального консультативного комитета по авиации США читал лекции в Массачусетском технологическом институте.

С 1893 по 1905 год курсы лекций по аналитической механике в ХТИ вел В. А. Стеклов. Он также читал лекции по сопротивлению материалов и теории упругости [5, 6]. В литографированном курсе лекций (1901) излагались впервые разделы математики (элементы векторной алгебры и векторного анализа, сведения о криволинейных интегралах и т. д.), необходимые для более глубокого исследования механических процессов. В 1901 г. Стеклов получил степень доктора прикладной математики после защиты диссертации

«Общие методы решения основных задач математической физики». Первый вице-президент АН стал создателем и первым директором Физико-математического института АН.

В ХТИ несколько лет преподавал Д. А. Граве, в дальнейшем ставший академиком и директором Института технической механики АН Украины; председателем комиссии прикладной математики АН УССР; почетным академиком АН СССР; инициатором организации отделения технических наук в системе АН УССР [1, 7]. Среди его учеников выделяют академиков О. Ю. Шмидта, Н. Н. Боголюбова, В. Н. Челомея и М. Ф. Кравчука; членов-корреспондентов АН СССР и УССР Б. Н. Делоне; Н. Г. Чеботарева; И. Я. Штаермана; Ю. Д. Соколова, М. Г. Крейна и Н. И. Ахизера.

Первый курс «Строительная механика» в ХПТИ был прочитан в 1888 г. профессором Х. С. Головиным [1]. Он первым применил уравнения двумерной упругости к вычислению напряжений в круговых арках.

После профессора В. Л. Кирпичева курс «Сопротивление материалов» с 1898 по декабрь 1902 года читал его ученик, директор ХТИ Д. С. Зернов. Он стал в ХТИ первым лектором курса «Прикладная механика», в котором рассматривалось приложение общих принципов и законов теоретической механики к изучению движения особого класса механических систем - машин, приводов и механизмов. В курсах лекций по паровым машинам Зернов рассматривал также проблемы регулирования, чем было заложено начало симбиозу механики машин, термодинамики и теории управления [7]. В дальнейшем он был председателем II (механического) отдела РТО.

В ХТИ в 1901 г. Г. Ф. Проскура, ученик Н. Е. Жуковского и Д. С. Зернова, начал проводить практические и лабораторные занятия по сопротивлению материалов. **В 1908 г. была напечатана его первая работа «Регулирование хода машин – двигателей»** [7]. В дальнейшем Г. Ф. Проскура стал выдающимся ученым - аэрогидромехаником, членом Президиума и председателем отделения технических наук АН УССР.

Директор Института механики АН СССР и председатель группы технической механики отделения технических наук АН СССР Б. Г. Галеркин в обзоре «Развитие строительной механики в СССР» первыми в числе ученых, работавших в этой области, назвал Х. С. Головина, В. Л. Кирпичева, Д. С. Зернова, «сыгравших огромную роль в подготовке инженеров».

В ХТИ с 1906 г. лекции по сопротивлению материалов и строительной механике читал заведующий механической лабораторией В. М. Серебровский. Ранее он работал под руководством Кирпичева в Киевском Политехническом институте (КПИ), где с 1903 г. сменил его на посту зав. механической лабораторией [1, 8]. Должность Серебровского в КПИ в конце 1906 г. по рекомендации своего учителя Кирпичева занял Тимошенко.

М. А. Воропаев был ассистентом и соавтором основателя прикладной механики сплошных сред Тимошенко. В 1911—1914 г. зав. лабораторией и кафедрой сопротивления материалов КПИ Воропаев впер-

вые в мире исследовал механические свойства разных сортов чугуна при повторных нагружениях, продолжив пионерские работы Кирпичева по усталости конструкционных материалов [1]. У Воропаева учились будущие академики АН УССР: директор Института строительной механики Ф. П. Белянкин, Г. И. Сухо-мел и А. О. Василенко, ставший преподавателем ХММИ, директором Института машиноведения и сельскохозяйственной механики, лауреатом Государственной премии СССР за исследования чугунов.

После того как заведующий мастерскими, выпускник ХТИ 1901 г. Воропаев возглавил «военное производство» в КПИ, на кафедре сопротивления материалов его сменил К. К. Симинский, ученик Кирпичева и Серебровского [1], в дальнейшем вице-президент АН УССР и директор Института технической механики АН Украины, основанного Тимошенко.

С 1921 года курсы «Сопротивление материалов» и «Строительная механика» читал профессор А. С. Иловайский, известный специалист в области стержневых систем, сыпучих тел и гидротехники. Среди преподававших механику в ХТИ отметим будущих академиков Н. Н. Салтыкова, Н. А. Столярова, В. Г. Фесенкова; первого директора НИИ сельскохозяйственного машиностроения А. А. Алова [8, 9].

Выпускник и профессор прикладной механики ХТИ Я. В. Столяров стал автором первой в стране книги, подробно информировавшей о схемах расчета и испытаний на прочность изделий из железобетона [10]. В 20-30-х годах он совместно с выпускником и лаборантом ХТИ Б. Г. Скрамтаевым (в дальнейшем Президент Международного союза испытательных лабораторий, председатель технического совета Наркомстроя СССР) рассматривали проблемы расчета армированных элементов до стадии разрушения; ползучести бетона в железобетонных конструкциях и др..

Механическая лаборатория ХТИ стала центральной станцией по испытанию материалов и проблемам машиностроения и обслуживала Украину и другие республики СССР. Выпускник ХПИ 1930 г. Ю. И. Лозовый стал лауреатом Ленинской премии за разработку новой технологии натяжений арматуры предварительно напряженных железобетонных конструкций для промышленного и гражданского строительства.

В журнале «Авиационно-космическая техника и технология» в 2005- 2007 годах были опубликованы сообщения по материалам докторской диссертации «Устойчивость бесконечно длинной ортотропной пластины с наклонными главными направлениями упругости» И. Г. Немана, выпускника (1929) ХТИ, главного конструктора (ГК) КБ завода № 135 (Харьковского авиационного завода), заместителя ГК в ОКБ В. М. Мяснищева.

Среди обучавшихся в 30–40-ых годах в Харькове отметим В. О. Кононенко, в дальнейшем академика и директора Института механики АН УССР. Среди аспирантов В. О. Кононенко выделим будущих академиков и директоров Института машиноведения К. В. Фролова и Р. Ф. Ганиева.

Выпускник (1931) и преподаватель (1931-1941) ХММИ Г. В. Карпенко стал основателем отечествен-

ной научной школы в области физико-химической механики материалов. Имя академика присвоено Премии АН Украины и созданному им Физико-механическому институту АН УССР, крупнейшему научно-исследовательскому институту в Западной Украине.

На территории опытного поля при ХТИ были созданы научно-исследовательские институты: Украинский физико-технический (УФТИ), Украинский НИИ математики и механики (УНИИММ) и др.; тесно связанные с ХММИ и промышленностью [1, 11]. Пробраз инновационных кластеров, говоря современным языком, был «устремлен на стимулирование синергии в разработке специальных знаний путем интенсивного взаимодействия, совместного использования объектов, обмена познаниями».

Первый декан физико-механического факультета ХММИ и первый директор УФТИ И. В. Обреимов, в дальнейшем академик АН СССР, выполнил работу по исследованию прочности слюды [12]. Значимость труда, часто цитируемого в мировой научной литературе, заключается в том, что Обреимов построил теорию роста трещины, основанную на методах сопротивления материалов (теории изгиба балки). На посту декана его сменил заведующий (1931-1950) кафедрой сопротивления материалов ХММИ В. И. Блох, автор большой монографии «Теория упругости».

Зав. кафедрой теоретической физики (1932–1937) ХММИ Л. Д. Ландау в соавторстве с выпускником физико-механического факультета (1933), преподавателем института (1933–1939) Е. М. Лифшицем издали в 1935 году «Руководство по теоретической физике», первой частью которого была «Механика» [5]. В 1937 году они завершили первый том «Курса теоретической физики», который в 1938 г. был издан в СССР и Англии. В 1962 г. академики АН СССР Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц за создание всемирно известного многотомного «Курса теоретической физики», были удостоены Ленинской премии в области науки. В самом популярном их труде «Theory of Elasticity» (более 28000 цитирований в мировой научной литературе согласно Академии Google) с помощью методов классической термодинамики были получены связанные уравнения термоупругости для изотермического и адиабатического обратимых процессов деформирования.

Выпускник ХТИ В. М. Майзель организовал в ХММИ специальность «Динамика машин» (в дальнейшем кафедра «Динамика и прочность машин» (ДПМ)), которая положила начало подготовке инженеров-исследователей в области механики. Он является автором основополагающих работ по проблеме напряженного состояния упругих систем под влиянием температуры, в которых обобщил принцип взаимности Бетти, названный затем принципом Бетти–Майзеля. Зав. секцией механики УНИИММ впервые использовал этот принцип для создания метода экспериментального определения напряженно-деформированного состояния в нагретых телах, получившего название «метод Майзеля». Ученик Майзеля, выпускник ХММИ 1938 г. А. Н. Боголюбов, стал членом-корреспондентом АН УССР, лауреатом премии им.

Н. М. Крылова за цикл работ «Розвиток та дослідження конструктивних методів розв'язання задач нелінійної механіки та математичної фізики» и Международной премии им. А. Койре [11].

В соответствии с Постановлением Президиума АН УССР от 19.03. 1939 г. комиссии в составе академик Г. Ф. Проскуры и В. М. Хрушова, члена-корреспондента В. М. Майзеля было поручено разработать проект организации Института энергетики и прикладной механики АН УССР. Институт энергетики стал прародителем базовых институтов Отделения физико-технических проблем энергетики Национальной АН (НАН) Украины: электродинамики; технической теплофизики и др. [11].

Выпускник ХТИ, зав. кафедрой ДПМ ХПИ; руководитель Харьковских филиалов Институтов механики и технической теплофизики АН УССР, академик А. П. Филиппов основал и возглавил научное направление, связанное с анализом прочности элементов машиностроительных конструкций в условиях интенсивных статических и динамических нагрузок при учете высокотемпературных полей и воздействия среды [5]. Под его руководством была образована первая в ХПИ научно-исследовательская проблемная лаборатория (решение Совета министров СССР от 28. 09. 1956 г.), уникальная организационная форма связи вузовской науки с производством. В ней были созданы первая в Украине разгонная установка ВРД-500 для исследования несущей способности моделей роторов и дисков турбомашин при больших оборотах и высоких температурах; уникальные приспособления по исследованию ползучести; устройства для исследования колебаний рабочих лопаток и дисков при больших температурах и др..

В проблемной лаборатории по исследованию динамической прочности деталей машин работали 9 докторов и более 70 кандидатов наук. В 1958 году «отец американской инженерии» С. П. Тимошенко, изучая причины успехов советской науки, посетил механическую и проблемную лаборатории ХПИ, с которыми он и его близкие много лет сотрудничали. Лидер среди украинских ученых по числу цитирований в мировой научной литературе (согласно Академии Google h-индекс=57), почетный член многих АН Тимошенко подчеркивал: «Основательная подготовка в математике и основных технических предметах давала нам громадное преимущество перед американцами, особенно при решении новых, нестандартных задач» [2].

Выпускник ХТИ А. М. Сойфер стал первым директором Куйбышевского авиационного института (ныне национальный исследовательский Самарский аэрокосмический университет им. С. П. Королева) и организовал в 1958 г. первую в СССР отраслевую научно-исследовательскую лабораторию (ОНИЛ-1) «Вибрационная прочность и надежность авиационных изделий», в настоящее время носящую его имя. Основным направлением исследований его научной школы являлось конструкционное демпфирование.

Со времен В. Л. Кирпичева математические структуры в Харькове зарождались и развивались под

мощным влиянием импульсов, исходящих из механики и физики. Организатором и первым зав. кафедрой теоретической и математической физики (ТМФ) ХММИ в 1947–1955 гг. был член-корреспондент АН УССР Н. И. Ахизер, в 1947–1950 гг. по совместительству директор УНИИММ [9]. Он был удостоен премии АН СССР им. П. Л. Чебышева (1949 г.) и медали Леонарда Эйлера АН СССР за научные работы в области математики и математических проблем механики.

Учеником зав. кафедрой ТМФ ХПИ И. М. Глазмана и академика АН УССР, США, СССР; выпускника физико-механического факультета И. М. Лифшица был Л. А. Пастур. Академик удостоен премий НАН Украины им. Н. Н. Боголюбова и им. М. В. Остроградского за научные работы в области математики и математических проблем механики. Задача оптимизации модели лопатки паровой турбины, сформулированная академиком АН УССР Л. А. Шубенко–Шубиным была первой научной проблемой, поставленной выпускнику ХПИ Е. Я. Хруслову [9]. Академик, зав. отделом математического моделирования физических процессов ФТИНТ удостоен премий НАН Украины им. М. А. Лаврентьева и им. Н. М. Крылова за научные работы в области нелинейной механики и прикладной математики.

В 1969 г. кафедрой ТМФ ХПИ стал заведовать В. Л. Рвачев, в дальнейшем академик и лауреат премии АН УССР им. А. Н. Динника за работы в области механики и машиностроения. В ХПИ развитием его теории R-функций для расчета пластин и оболочек сложной формы занимается кафедра «Прикладная математика» во главе с заведующей Л. В. Курпой [9]. На кафедре «Системы и процессы управления» проводятся исследования в области управления и динамики летательных аппаратов.

В ХПИ были сформированы научные направления: колебания сложных механических систем (основатель - Богомолов С. И.); нелинейная ползучесть оболочек (Бурлаков А. В.); нестационарные колебания механических систем (Голоскоков Е. Г.); контактные задачи нелинейного деформирования конструктивных элементов (Львов Г. И.); термоциклическая и радиационная ползучесть анизотропных конструктивных элементов (Морачковский О. К., Бреславский Д. В.); оптимизация механических систем (Гринев В. Б., Симсон Э. А.); прогнозирование надежности элементов конструкций (Жовдак В. А.); оптимизация термомеханических задач (Андреев А. Г.); теория нелинейных колебаний (Михлин Ю. В., Аврамов К. В.) и др. [13, 14, 16].

Выпускник каф. ДПМ 1956 г., профессор ХПИ А. Н. Подгорный был основателем и первым директором Института проблем машиностроения (ИПМаш) АН УССР, руководил в нем отделом термоупругости и ползучести. Выпускник каф. ДПМ 1957 г., академик НАН Украины, директор ИПМаш им. А. Н. Подгорного НАН Украины Ю. М. Мацевитый стал в 2002 г. заведующим созданной кафедры «Газогазидромеханики и теплообмена» Национального технического университета (НТУ) «ХПИ» [5, 14].

Выпускник 1961 г., профессор ХПИ, лауреат премий им. Г.Ф. Проскуры и им. В. М. Хрушова, член-корреспондент НАН Украины А. Е. Божко занимался надежностью и ресурсом машин, их динамическими испытаниями и активной виброзащитой. Выпускник 1965 г., лауреат премии им. Г. Ф. Проскуры, член-корреспондент НАН Украины А. А. Тарелин впервые разработал методы оптимального комплексного проектирования последней ступени турбины с учетом требований термодинамики, статической и динамической прочности, конструирования и эксплуатации.

Профессора и воспитанники института: Г. Ф. Проскура, А. П. Филиппов, Б. Г. Скрамтаев, Л. А. Шубенко-Шубин, Г. Е. Лозино-Лозинский, Б. Я. Коган, А. Н. Душкин; В. А. Кучеренко; М. Г. Григоренко; В. Л. Рвачев, С. И. Богомолов, А. В. Бурлаков, Ю. С. Воробьев, Е. Г. Голоскоков, А. Н. Подгорный, Ю. М. Мацевитый, Л. А. Пастур, Е. Я. Хруслов, Д. Ф. Симбирский, В. В. Бортовой, В. Б. Гринев, Ю. Т. Костенко, В. М. Лукьяненко, Л. М. Любчик, Э. А. Симсон, Е. Е. Александров, Н. Г. Шульженко; В. Н. Голошапов, П. П. Гонтаровский, В. И. Гнесин, А. А. Тарелин, А. Л. Шубенко, Ю. И. Волченко и другие были удостоены Государственных премий СССР и Украины в области науки и техники за выдающиеся исследования в области механики и внедрение их в практику при создании новых конструкций [1-14].

Заслуженными деятелями науки и техники стали профессоры И. И. Бобарыков, Г. Ф. Проскура, А. С. Иловайский, И. М. Бабаков, Я. Л. Геронимус, А. П. Филиппов, А. С. Вольмир, В. И. Ангелейко, Г. В. Карпенко, С. И. Богомолов, А. Н. Боголюбов, А. Н. Подгорный; В. Л. Рвачев, Ю. М. Мацевитый, Ю. Т. Костенко, Е. Е. Александров, Э. А. Симсон и др. [1-14].

В наше время научная школа механики НТУ «ХПИ» развивается в направлении теоретического, экспериментального и компьютерного исследования научно-технических проблем динамики, прочности, надежности, оптимизации объектов (материалов, изделий, конструкций, систем) с многоуровневой (нано-микро-мезо-макро) структурой в условиях интенсивного нагружения [14, 15]. При решении задач учитываются различные виды нелинейностей (физические; геометрические; контактные; «наследственные»; связанные с появляющимися на одном технологическом этапе полями и передающимися на последующие; учетом прогрессивного повреждения и разрушения материалов и др.).

Академик АН высшей школы Украины Г. И. Львов является руководителем программ Европейского Союза и США «Темпус-Тасис», «Инко-Коперникус», Информационного агентства США и др.. В 2011 г. впервые в Украине на кафедре ДПМ была создана новая специальность «Компьютерная механика». Выпускник каф. ДПМ К. В. Науменко (согласно Академии Google h-индекс=16) в Университете им. Мартина Лютера (Хале, Германия) защитил в 2006 г. докторскую диссертацию по моделированию высокотемпературной ползучести [5, 14].

Выводы. В статье рассмотрена эволюция основных научных достижений ученых и выпускников НТУ «ХПИ» в XIX – XXI ст. в области механики: от экспериментальной и строительной к компьютерной. Показано, как математизация исследовательской деятельности привела к появлению новых моделей и методик анализа механических систем. Благодаря усилиям многих поколений ученых и педагогов Украина занимает 30 место по «Quality of math and Science education», опережая такие страны, как Австрия (37), Швеция (49) и Польша (50). Большой научный потенциал, созданный выдающимися учеными-механиками, найдет воплощение в инновационном развитии в XXI веке и высокотехнологичных производствах мирового уровня. Преодоление нынешнего экономического кризиса будет сопровождаться повышением роли «экономики знаний» и формированием шестого технологического уклада.

Список литературы: 1. Александров Е. Е. Деятельность основателя отечественной научной школы механики и машиностроения профессора В. Л. Кирпичева / Е. Е. Александров, С. А. Назаренко, В. Л. Хавин // Механіка та машинобудування. – 2012. – № 2. – С. 230–249. 2. Timoshenko S. P. As I Remember / S. P. Timoshenko. – D. Van Nostrand. – 1968. – ASIN: B000JOI7I. 3. Андреев А. Г. Основные работы ученых ХПИ в области управления механическими системами / А. Г. Андреев, С. А. Назаренко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 57 (1099). – С. 3–14. 4. Академик Александр Михайлович Ляпунов. / Л. Л. Товажнянский, К. В. Аврамов, Е. Е. Александров и др. – Х.: НТУ «ХПИ». – 2007. – 288 с. 5. Андреев А. Г. Основные работы ученых ХПИ в области анализа термонапряженных конструкций / А. Г. Андреев, С. А. Назаренко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 63 (1036). – С. 3–11. 6. Вовкотруб Ю. М. История развития прикладной механики в Украине в XIX – первый четверти XX ст.: дис. ... канд. ист. наук : 07.00.07 / Ю. М. Вовкотруб. – К.: 2006. – 179 с. 7. Назаренко С. А. Основные работы профессора Д. С. Зернова / С. А. Назаренко, В. Л. Хавин, Н. В. Непран, Л. П. Семенов // Вісник НТУ «ХПІ». – № 51. – 2011. – С. 16–23. 8. История Харьковского технологического института в лицах. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.kpi.kharkov.ua/PREPODAVATELY/PR_%D0%9B.html. 9. Назаренко С. А. Ключевые работы ученых НТУ «ХПИ» в области математического моделирования в технике / С. А. Назаренко, С. И. Марусенко // Вісник НТУ «ХПІ». – № 18 (1127). – С. 14–19. 10. Стрельцов Д. Г. О вкладе украинских ученых в развитие науки о сопротивлении материалов в начале XX ст. / Д. Г. Стрельцов // Очерки истории естествознания и техники. – К.: 1988. – Вып. 34. – С. 85–91. 11. Львов Г. И. Основные работы члена-корреспондента Академии Наук Украины В. М. Майзеля / Г. И. Львов, С. А. Назаренко, В. Л. Хавин // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 58. – С. 8–15. 12. Obreimoff J. W. The Splitting Strength of Mica / J. W. Obreimoff // Proceedings of the Royal Society of London. – 1930. – Series A. – Vol. CXXXVII. – No. 804. – P. 290–297. 13. Bogomolov S. I. Application of a superparametric finite shell element to the calculation of turbine blade vibrations // S. I. Bogomolov, S. S. Lutsenko, S. A. Nazarenko // Strength of Materials. – 1982. – Vol. 14, iss. 6. – P. 796–

799. EID: 2-s2.0-0020148233. 14. Морачковский О. К. Инфиз: очерки истории творчества / О. К. Морачковский. – Х.: ЭнергоКлуб Украины. – 2005. – 372 с. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00769780>. 15. Симсон Э. А. Математические модели элементов машин при воздействии физических полей и внешней среды / Э. А. Симсон, С. А. Назаренко // Механіка та машинобудування. – 2009. – № 1. – С. 69–77. 16. Андреев А. Г. Оптимизация технологического нагрева при сборке колесных пар железнодорожного подвижного состава / А. Г. Андреев, А. В. Щепкин // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2012. – № 3. – С. 63–68.

Bibliography (transliterated): 1. Aleksandrov E. E. Deyatel'nost' osnovatelya otechestvennoj nauchnoj shkoly mehaniki i mashinostroeniya professora V. L. Kirpicheva. E. E. Aleksandrov, S. A. Nazarenko, V. L. Havin. *Mekhanika ta mashinobuduvannya*. 2012. No 2. 230–249 Print. 2. Timoshenko S. P. As I Remember. S. P. Timoshenko. D. Van Nostrand. 1968. ASIN: B000JOI7I Print. 3. Andreev A. G. Osnovnye raboty uchenyh KhPI v oblasti upravleniya mehanicheskimi sistemami. A. G. Andreev, S. A. Nazarenko. *Visnyk NTU "KhPI"*. 2014. No 57 (1099). 3–14 Print. 4. Akademik Aleksandr Mihajlovich Lyapunov. L. L. Tovazhnyanskij, K. V. Avramov, E. E. Aleksandrov i dr. Kharkiv: NTU "KhPI". 2007. 288 Print. 5. Andreev A. G. Osnovnye raboty uchenyh KhPI v oblasti analiza termonapryazhennykh konstrukcij. A. G. Andreev, S. A. Nazarenko. *Visnyk NTU "KhPI"*. 2013. No 63 (1036). 3–11 Print. 6. Vovkotrub Yu. M. Istoriya rozvytku prykladnoyi mekhaniky v Ukraini v XIX – pershij chverti XX st.: dys. ...kand. ist. nauk : 07.00.07. Yu. M. Vovkotrub. Kyiv: 2006. 179 Print. 7. Nazarenko S. A. Osnovnye raboty professora D. S. Zernova. S. A. Nazarenko, V. L. Havin, N. V. Nepran, L. P. Semenenko. *Visnyk NTU "KhPI"*. No 51. 2011. 16–23 Print. 8. Istoriya Har'kovskogo tehnologicheskogo instituta v licah. http://library.kpi.kharkov.ua/PREPODAVATELY/PR_%D0%9B.html. 9. Nazarenko S. A. Klyuchevye raboty uchenyh NTU "KhPI" v oblasti matematicheskogo modelirovaniya v tehnikе. S. I. Nazarenko, S. I. Marusenko. *Visnyk NTU "KhPI"*. No 18 (1127). 14–19 Print. 10. Strel'cov D. G. O vklade ukraïnskikh uchenyh v razvitie nauki o soprotivlenii materialov v nachale XX st. D. G. Strel'cov. *Ocherki istorii estestvoznaniya i tehniki*. Kyiv: 1988. Vol. 34. 85–91 Print. 11. L'vov G. I. Osnovnye raboty chlena-korrespondenta Akademii Nauk Ukrainy V. M. Majzelya. G. I. L'vov, S. A. Nazarenko, V. L. Havin. *Visnyk NTU "KhPI"*. 2013. No 58. 8–15 Print. 12. Obreimoff J. W. The Splitting Strength of Mica. J. W. Obreimoff. *Proceedings of the Royal Society of London*. 1930. Series A. Vol. CXXXVII. No. 804. 290–297 Print. 13. Bogomolov S. I. Application of a superparametric finite shell element to the calculation of turbine blade vibrations. S. I. Bogomolov, S. S. Lutsenko, S. A. Nazarenko. *Strength of Materials*. 1982. Vol. 14, iss. 6. 796–799. EID: 2-s2.0-0020148233. 14. Morachkovskij O. K. Infiz: ocherki istorii tvorchestva. O. K. Morachkovskij. Kharkiv: EnergoKlub Ukrainy. 2005. 372 <http://dx.doi.org/10.1007/BF00769780>. 15. Simson E. A. Matematicheskie modeli elementov mashin pri vozdeystvii fizicheskikh polej i vneshnej sredy. E. A. Simson, S. A. Nazarenko. *Mekhanika ta mashinobuduvannya*. 2009. No 1. 69–77 Print. 16. Andreev A. G. Optimizaciya tehnologicheskogo nagreva pri sborke kolesnyh par zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. A. G. Andreev, A. V. Schepkin. *Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin*. 2012. No 3. 63–68 Print.

Поступила (received) 26.10.15

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Андреев Арнольд Георгиевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Динамика и прочность машин» НТУ «ХПИ», тел.: (057) 707-68-79; e-mail: andreev@kpi.kharkov.ua.

Andreev Arnol'd Georgievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Technical University «KhPI», Department of Dynamics and Strength of Machines, tel.: (057) 707-68-79; e-mail: andreev@kpi.kharkov.ua.

Назаренко Сергей Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры «Сопротивление материалов» НТУ «ХПИ», тел.: (057) 700-29-72; e-mail: nazarenko_serzh@mail.ua.

Nazarenko Sergej Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Staff Scientist, National Technical University «KhPI», Department of Strength of Materials, tel.: (057) 700-29-72; e-mail: nazarenko_serzh@mail.ua