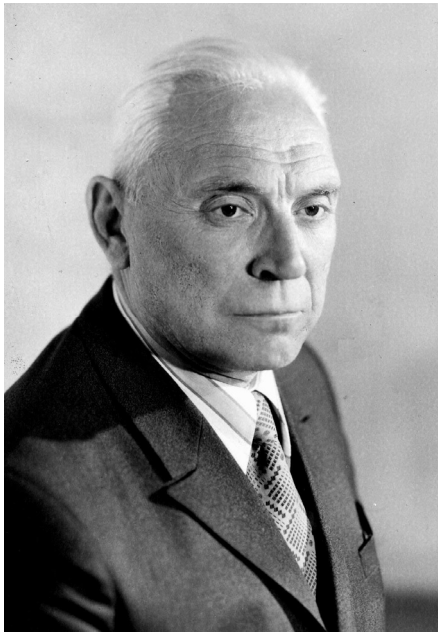


УДК 621.01 (092)

Ю. М. АНДРЕЕВ, Е. И. ДРУЖИНИН, А. А. ЛАРИН**ВЕКОВОЙ ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА ЛЬВА ИЗРАИЛЕВИЧА ШТЕЙНВОЛЬФА**

В статье представлен жизненный и творческий путь известного ученого из ХПИ – профессора Л. И. Штейнвольфа. Анализируется его вклад в развитие теории колебаний и динамики машин, а также практическое применение научных достижений. Посвящается 100-летию со дня рождения.

Ключевые слова: теоретическая механика, теория колебаний, динамика машин, система компьютерной алгебры, тепловозные и танковые силовые установки, вибрационная диагностика.



23 апреля 2016 года исполнилось 100 лет со дня рождения Льва Израилевича Штейнвольфа, известного ученого в области механики, динамики машин и прикладной теории колебаний, доктора технических наук, профессора кафедры теоретической механики Харьковского политехнического института. Научные исследования Л. И. Штейнвольфа посвящены самым разнообразным проблемам динамики силовых передач боевых и транспортных машин. Ценность его научной работы заключалась в тесной связи с производством и постоянным внедрением результатов исследований в практику конструкторских бюро, занимающихся расчетами и доводкой силовых передач с двигателями внутреннего сгорания. Особенность Л. И. Штейнвольфа ученого – сочетание широких практических знаний и академической аналитической механики. Говоря современным языком, его отличала инновационная направленность в работе. С самого начала появления электронных вычислительных машин, а позднее и персональных компьютеров он стремился внедрить в практику инженерных и научных механических расчетов самые современные, зачастую именно им разрабатываемые специальные алгоритмы и подходы. Неоценимый его вклад в развитие систем компьютерной алгебры в области механики и внедрение таких методов в научную, практическую и учебную деятель-

ность. Им опубликовано более 150 научных статей, две брошюры и монография.

Л. И. Штейнвольф родился 23 апреля 1916 года в Екатеринославе (с 1926 г. Днепропетровск). Его отец Израиль Борисович Штейнвольф был горным инженером. До 1924 года он работал в Донбассе, а в 1924-м вместе с семьей переехал в Харьков, где до 1956 года работал в различных организациях, связанных с угольной промышленностью. В 1931 году Лев Израилевич заканчивает семилетнюю школу и поступает в фабрично-заводское училище (ФЗУ) при Харьковском электромеханическом заводе. После ФЗУ в 1933 году он поступает на рабочий факультет при Харьковском механико-машиностроительном институте¹ (ХММИ). Окончив рабфак, в 1934 году становится студентом ХММИ. Получив в 1939 году диплом инженера-механика по специальности «Динамика машин», Л. И. Штейнвольф поступает в аспирантуру ХММИ по той же специальности. Однако учеба в аспирантуре была прервана войной, и вместе с институтом Лев Израилевич эвакуируется в город Красноуфимск, где работает старшим преподавателем кафедры «Двигатели внутреннего сгорания». Но уже в сентябре 1942 года его призывают в Красную Армию и направляют в Военно-политическое училище. После окончания училища по сокращенной программе, в мае 1943 года Штейнвольф направлен на курсы младших лейтенантов Московского военного округа, где до февраля 1944 года был слушателем, а после командиром учебного взвода [1, л. 1, 5].

Работу над кандидатской диссертацией, которую Лев Израилевич выполнял под руководством профессора Я. М. Майера, он возобновил после демобилизации в августе 1945 года. В своей работе Л. И. Штейнвольф продолжил исследования маятниковых антивибраторов, начатые его предшественником, также учеником Майера, Ю. А. Гоппом [2]. Он подробно рассмотрел применение маятникового антивибратора для гашения крутильных колебаний валопроводов ДВС и предложил удобный инженерный метод расчета нерезонансных вынужденных колебаний произвольной многомассовой системы с присоединенным маятниковым антивибратором на бифилярном подвесе при установке его на произвольной многомассовой системе [3]. Для уточнения общих вопро-

¹ В 1930 г. Харьковский политехнический институт (ХПИ) был разделен на пять самостоятельных вузов, в их числе

был и ХММИ. В 1950 г. ХММИ вошел в состав восстановленного ХПИ.

сов теории, методов расчета нерезонансных колебаний и эффективности воздействия маятниковых антивибраторов впервые была использована экспериментальная установка, которая оказалась универсальным средством, позволяющим исследовать целый ряд вопросов крутильных колебаний [3, с. 211]. Успешная защита диссертации состоялась в 1947 году [1, л. 7].

С 1945 года Лев Израилевич стал работать ассистентом на кафедре теоретической механики ХММИ, которую возглавлял И. М. Бабаков. Иван Михайлович был выдающимся ученым в области механики, автором одного из лучших учебников по теории колебаний, прекрасным педагогом и организатором специальности динамика машин [4]. Он оказал огромное влияние на подготовку научно-педагогических кадров, и в том числе на формирование Л. И. Штейнвольфа, как ученого и педагога, проработавшего с ним много лет на кафедре теоретической механики. С 1953 года он работает на должности доцента, а в 1954 году ему присвоено и соответствующее ученое звание.

В 1957 году в ХПИ была открыта Проблемная лаборатория «Динамическая прочность деталей машин», которую возглавил известный ученый в области математики и механики, член-корреспондент АН УССР профессор А. П. Филиппов. Л. И. Штейнвольф был приглашен в эту лабораторию для организации и руководства научно-исследовательской группой силовых установок. Его научные интересы всегда были тесно связаны с практическими проблемами, и, в частности, с проблемами создания и совершенствовании транспортных машин, оснащенных двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Наряду с задачами анализа решались также и задачи нового направления – синтеза механических систем, а также управления спектром собственных частот. В 1967 году ученый успешно защитил докторскую диссертацию на тему: «Динамика механических передач силовых установок тепловозов». В ней рассмотрены общие вопросы расчета свободных и вынужденных колебаний, переходных процессов, синтеза механических передач и расчета фрикционных автоколебаний. В работе также дан анализ существовавших тогда методов расчета собственных частот и форм колебаний. При расчете вынужденных колебаний рассмотрена замена нелинейного демпфирования эквивалентным линейным из условия равенства работ действительных демпфирующих сил и эквивалентных сил вязкого трения [5].

Лев Израилевич в своей докторской диссертации решил важнейшие народнохозяйственные задачи. В ходе работы были проведены динамические расчеты механических передач силовых установок тепловозов ТЭЗ, ТЭ10, и ТЭ40 производства Харьковского завода транспортного машиностроения (ХЗТМ) имени В. А. Малышева и тепловозов 2ТЭ10Л, М62 и ТГ106 Луганского тепловозостроительного завода имени Октябрьской революции. Эта работа имела большое народно-хозяйственное значение, именно магистральные тепловозы серий ТЭЗ и ТЭ10 обеспечили перевод советских железных дорог на тепловозную тягу [6].

Данные работы не утратили своей актуальности, в связи с чем научно-технические отчеты по ним приняты на вечное государственное хранение в Центральный государственный научно-технический архив Украины [7].

Научные исследования по различным проблемам динамики силовых передач транспортных машин выполнялись Л. И. Штейнвольфом по наиболее актуальным направлениям развития транспортной техники, на базе современных достижений математики, механики и кибернетики. Научная группа, которую возглавлял Лев Израилевич, отличалась высокой работоспособностью, в ней царила прекрасная творческая атмосфера. За годы существования в Проблемной лаборатории небольшого по составу коллектива группы, в нем подготовлено два доктора и 16 кандидатов наук. Привлеченный со студенческих лет для научной работы в группе Владимир Николаевич Карабан под руководством Л. И. Штейнвольфа стал кандидатом, а затем доктором технических наук, заведующим кафедрой теоретической механики ХПИ.

С 1960-х годов в практике научных исследований стали применяться электронные цифровые вычислительные машины (ЭЦВМ). С этого времени Лев Израилевич активно внедряет в практику расчетов колебаний машин вычислительные методы с программированием их для выполнения расчетов на ЭЦВМ. В работе [8] Л. И. Штейнвольфом дан обзор различных подходов к расчетам собственных частот и форм колебаний линейных механических систем и обоснована эффективность применения в программах для ЭЦВМ QR-алгоритма. Далее это направление получило развитие в расчетах вынужденных колебаний, что отражено в его работе [9]. Отметим, что внедрение ЭЦВМ в практику расчетов на колебания механических систем способствовало заметному повышению эффективности в получении результатов при исследовании колебаний линейных дискретных систем. Наибольшую трудоемкость при этом составлял процесс составления вручную матриц инерции и жесткости систем уравнений, описывающих данные колебания. Поэтому, с начала 1970-х годов, Л. И. Штейнвольф совместно с В. Н. Митиным начали разрабатывать методы автоматизированного построения систем уравнений, основанного на применении, так называемых структурных матриц [10; 11], которые нашли воплощение к концу 1970-х годов сначала для так называемых «цепных систем». В дальнейшем этот подход получил дальнейшее развитие для систем произвольной структуры.

Важнейшим этапом научного творчества Л. И. Штейнвольфа стали исследования по нелинейным колебаниям в машинах, что связано с усложнением транспортных и боевых машин и повышенными требованиями к их работе при эксплуатации. Ученый прекрасно понимал, что определяющей тенденцией развития зарубежного и отечественного машиностроения является создание надежных и долговечных машин с постоянно возрастающей динамической и функциональной нагруженностью. Кроме того исследование динамики силовых передач, являющихся

важнейшими элементами машин, часто требовали рассматривать их механические модели как многомассовые, структурно сложные с наличием конструктивных или технологических нелинейностей. Поэтому под его руководством В. М. Шатохиным были разработаны алгоритмы и программы, реализующие применение итерационного метода Ньютона-Канторовича для нелинейных интегральных уравнений, описывающих свободные и вынужденные колебания дискретных систем [12; 13]. Затем этот подход был развит для исследований и решений задач оптимизации и синтеза, а также для исследования переходных режимов в дискретных механических системах [14; 15]. Отметим здесь оригинальный результат, полученный Л. И. Штейнвольфом совместно с Ю. М. Андреевым в области количественной оценки влияния параметров дискретных элементов механической системы произвольной структуры на ее собственные частоты [16].

Потребность в управлении динамическими процессами и улучшении характеристик силовых передач побуждало включать в них как элемент объемную гидропередачу, часто в сочетании с дифференциальными механизмами, что приводило к появлению более широкого класса систем, а именно гидромеханических, которые имели ряд преимуществ по сравнению с чисто механическими. Исследование динамики гидромеханических силовых передач в то время было связано с определенными трудностями моделирования, к которым можно отнести автоматизированное построение их уравнений движения на основе системы компьютерной алгебры и оценку взаимодействия рабочей жидкости с элементами механической части силовой передачи. Расчет установившихся и переходных режимов в гидромеханических системах являлся наукоемкой проблемой, имевшей важное практическое значение. Принципиальная возможность оценки взаимного влияния конструктивных параметров механической части силовой передачи и динамики поведения рабочей жидкости гидромеханической передачи на стадиях проектирования и доводки опытных образцов, безусловно, имела важное значение для обеспечения дальнейшей качественной эксплуатации системы в целом. Все перечисленные выше трудности были успешно преодолены Львом Израилевичем и его учениками [17; 18].

Следует подчеркнуть, что научные достижения по всем указанным направлениям имели важное практическое значение. Профессор Штейнвольф Л.И. пользовался огромным авторитетом среди работников промышленности. Его научные достижения нашли применение при решении проблем прочности и надежности танковых силовых установок. На протяжении многих лет Лев Израилевич и его ученики занимались проблемами колебаний танковых силовых установок, оснащенных уникальными дизелями семейства ТД, разрабатываемых на ХЗТМ им. В. А. Малышева [19]. Работы в этом направлении продолжал его ученик В. М. Шатохин, защитивший в 2006 г. докторскую диссертацию по специальности «Бронетанковая техника и вооружение».

Исследования, начавшиеся с создания автоматизированного составления средствами ЭВМ уравнений колебаний в машинах, нашли продолжение при создании программного комплекса (ПК) КиДиМ, имеющего важное прикладное значение. Комплекс, являющийся дальнейшим развитием идеи структурных матриц, основан на применении специально созданной системы компьютерной алгебры. Он позволяет автоматизировать процессы построения математических моделей и отыскания решений задач кинематики, статики и динамики для широкого класса дискретных механических систем, со стационарными и нестационарными, голономными и неголономными связями. ПК КиДиМ можно считать самым главным научным достижением Льва Израилевича и его учеников. Он используется в расчетах машин и механизмов, в том числе и с нелинейными элементами, в исследованиях установившихся и переходных процессов в машинах. Участники проводившихся в 80-е годы прошлого столетия всесоюзных конференций по проблемам систем аналитических вычислений в механике помнят блестящие доклады Л. И. Штейнвольфа, посвященные упомянутым вопросам, а также применению ПК КиДиМ к исследованию систем с нестационарными и неголономными связями. Последнее нашло отражение в статьях [20, 21], опубликованных уже после смерти Льва Израилевича.

С 1986 года по договоренности с Ю. П. Волошиным, ставшим тогда главным конструктором Чебоксарского завода промышленных, была начата работа по созданию большого программного комплекса КиДиМ. Комплекс был призван существенно облегчить расчетную практику КБ по расчетам анализа и синтеза систем с ДВС на базе специально разрабатываемой для этого системы компьютерной алгебры. Над этим программным продуктом под руководством Л. И. Штейнвольфа трудились В. Н. Митин (ядро системы компьютерной алгебры), Ю. М. Андреев (программы расчета линейных и нелинейных свободных и линейных вынужденных колебаний), А. А. Ларин (программы силового расчета), В. М. Шатохин (расчеты нелинейных вынужденных колебаний), Е. И. Дружинин (расчеты систем с гидрообъемными передачами) и др. ученые. Впоследствии разработанный программный комплекс был внедрен в практику КБ Чебоксарского завода промышленных тракторов и КБ завода им. В. А. Малышева.

Научное направление по разработке и реализации теории и алгоритмов специальной системы компьютерной алгебры для исследования дискретных механических систем общего вида с произвольными связями, которому положил начало Лев Израилевич, успешно развивал его ученик Ю. М. Андреев. В 2009 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Разработка аналитических компьютерных методов анализа и синтеза динамики машин», целиком посвященную этой проблеме.

С самого начала работ над ПК КиДиМ Л. И. Штейнвольф совместно с В. Н. Митиным, а впоследствии и с Ю. М. Андреевым, видя перспективность применения в учебном процессе ХПИ, использовал его при изучении курсов теоретической и анали-

зирования

тической механики. Эта работа уже после смерти Льва Израилевича была успешно продолжена его учениками и внедрена в учебный процесс кафедр теоретической механики и систем и процессов управления НТУ «ХПИ» при изучении учебных дисциплин механического цикла [22].

Особое место в научном творчестве Льва Израилевича Штейнвольфа занимает разработка метода диагностики рабочего процесса ДВС по крутильным колебаниям его валопровода, проводившаяся под его руководством А. А. Лариным. Особенностью предложенного метода диагностики является построение диагностической модели, адекватно отражающей связь измеряемых сигналов с диагностируемыми качествами. При создании данного метода было использовано такое новшество как специальная программа – имитатор случайных колебаний, применяющаяся на стадии разработки с целью заменить дорогостоящие эксперименты сигналами, полученными с помощью ЭВМ [23]. Новизной было также применение метода

регуляризации по Тихонову для решения системы уравнений, реализующей алгоритм диагностики [24].

Профессор Л. И. Штейнвольф внес большой вклад в дело подготовки инженеров и научных работников. В разные годы он читал оригинальные курсы теоретической и аналитической механики, теории колебаний и динамики машин, что нашло свое выражение в издании монографии «Динамические расчеты машин и механизмов» [25].

Лев Израилевич являлся образцом принципиального и внимательного воспитателя молодежи, всегда отличался изысканными манерами человека, уверенного и доступного для общения, был требовательным, но в то же время и снисходительным к огрехам учеников. Профессор Л. И. Штейнвольф пользовался заслуженным авторитетом коллектива всего университета, студентов и выпускников инженерно-физического факультета, специалистов в области динамики машин. Выпускники многих поколений студентов навсегда сохранили память об этом замечательном ученом и педагоге.

Бібліографія:

1. Архив НТУ «ХПИ» Дело 12973 Штейнвольф Лев Израилевич. Отдел кадров ХПИ. – Начато 01.01.1950 г. Окончено 03.07.1991 г. – 82 л.
2. Ларин А. А. Жизненный и творческий путь профессора Юрия Аркадьевича Гоппа / А. А. Ларин // Омский научный вестник. – 2013. – № 2 (120) – С. 40-44.
3. Штейнвольф Л. И. Исследование маятникового демпфера крутильных колебаний коленчатых валов двигателей. : дис. ... канд. техн. наук. / Лев Израилевич Штейнвольф. – Х.: 1947. – 213 с.
4. Бесов Л. М. Классик отечественной механики Иван Михайлович Бабаков / Л. М. Бесов, А. А. Ларин, О. К. Морачковский // История Української науки на межі тисячоліть. – 2007. – Вип. 28. – С. 35-42.
5. Штейнвольф Л. И. Динамика механических передач силовых установок тепловозов : дис. ... докт. техн. наук. / Лев Израилевич Штейнвольф. – Х.: 1966. – 655 с.
6. Ларин А. А. Исследования колебаний тепловозных силовых установок в Харьковском политехническом институте в 1960-е гг. / А. А. Ларин // Механіка та машинобудування. – 2009. – Вип. 2. – С. 158-167.
7. Балишев М. А. Научный доробок професора Льва Штейнвольфа (огляд нових надходжень ЦДНТА України) / М. А. Балишев, А. О. Ларин // Архіви України. – К.: 2013. – Вип. 3 (285). – С. 138-144.
8. Штейнвольф Л. И. Об алгоритмах расчета свободных крутильных колебаний на ЭЦВМ / Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1967. – Вып. 6. – С. 106-109.
9. Штейнвольф Л. И. О расчетах вынужденных крутильных колебаний на ЭЦВМ / Л. И. Штейнвольф, В. Н. Карабан // Динамика и прочность машин. – 1969. – Вып. 10. – С. 80-84.
10. Митин В. Н. Структурные матрицы цепных вибрационных систем / В. Н. Митин, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – Вып. 17. – 1973. – С. 3-7.
11. Митин В. Н. Структуры дискретных механических моделей конструкций / В. Н. Митин, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – Вып. 35. – 1982. – С. 3-6.
12. Карабан В. Н. К вопросу применения итерационного метода для расчетов колебаний существенно нелинейных систем / В. Н. Карабан, В. М. Шатохин, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1981. – Вып. 33. – С. 54-63.
13. Карабан В. Н. Исследование вынужденных колебаний в приводах механизмов циклового действия / В. Н. Карабан, В. М. Шатохин, Л. И. Штейнвольф // Теория механизмов и машин. – 1983. – Вып. 34. – С. 61-66.
14. Драгун С. В. Оптимизация моделей силовых передач в динамических расчетах / С. В. Драгун, В. Н. Карабан, Л. И. Штейнвольф // Проблемы машиностроения. – 1982. – Вып. 17. – С. 66-70.
15. Штейнвольф Л. И. Оптимальный синтез конструктивных параметров упругих соединений / Л. И. Штейнвольф // Теория машин и механизмов. – 1974. – Вып. 17. – С. 102-107.
16. Андреев Ю. М. Синтез нелинейных вибрационных систем по скелетным кривым с использованием теории чувствительности / Ю. М. Андреев, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1984. – Вып. 40. – С. 50-56.
17. Дружинин Е. И. Определение демпфирующих характеристик аксиально-плунжерных гидрообъемных машин / Е. И. Дружинин, Л. И. Штейнвольф // Теория механизмов и машин. – 1984. – Вып. 37. – С. 25-31.
18. Дружинин Е. И. Застосування системи комп'ютерної алгебри для моделювання динаміки гідромеханічних силових передач транспортних засобів / Е. І. Дружинін, Ю. М. Андреев // Український міжвідомчий науково-технічний збірник «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні». – Львів. – 2011. – Вип. 45. – С. 75-80.
19. Ларин А. О. Дослідження коливань танкових дизелів сімейства ТД (історія питання). / А. О. Ларин // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – № 670 «Держава та армія». – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. – С. 199-205.
20. Андреев Ю. М. Компьютерное моделирование задач механики голономных систем твердых тел со стационарными и нестационарными связями / Ю. М. Андреев, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1993. – Вып. 53. – С. 96-102.
21. Андреев Ю. М. Компьютерное построение дифференциальных уравнений движения неголономных систем /

Ю. М. Андреев, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1993. – Вып. 54. – С. 93-98.

22. Андреев Ю. М. Практикум по теоретической механике с применением ПЭВМ / Ю. М. Андреев, Е. И. Дружинин, А. А. Ларин. – Х.: НТУ «ХПИ», 2004. – 100 с.

23. Ларин А. А. Использование цифрового имитатора для исследования систем вибрационной диагностики рабочего процесса ДВС / А. А. Ларин, В. Н. Митин, Л. И. Штейнвольф // Двигатели внутреннего сгорания. – 1983. – Вып. 37. – С. 118–124.

24. Ларин А. А. Применение метода регуляризации в аналитической вибрационной диагностике машин / А. А. Ларин, Л. И. Штейнвольф // Динамика и прочность машин. – 1987. – Вып. 45. – С. 67-70.

25. Штейнвольф Л. И. Динамические расчеты машин и механизмов / Л. И. Штейнвольф // М.–К.: МАШГИЗ, 1961. – 340 с.

Bibliography (transliterated): 1. Arhiv NTU «HPI» Delo 12973 Shteinvolf Lev Izrailevich. Otdel kadrov HPI. Nachato 01.01.1950 g. Okoncheno 03.07.1991 g. 82 p. 2. Larin A. A. Jiznennyi i tvorcheskii put' professora Yuriya Arkad'evicha Goppa. Omskii nauchnyi vestnik. 2013, No 2 (120), pp. 40-44 3. Shteinvolf L. I. Issledovanie mayatnikovogo dempfera krut'il'nykh kolebaniy kolenchatykh valov dvigatelei. : dis. ... kand. tehn. nauk. Kharkiv, 1947. 213 p. 4. Besov L. M., Larin A.A., Morachkovskii O.K. Klassik otechestvennoi mehaniki Ivan Mikhailovich Babakov. Istoriya Ukraïns'koï nauki na meji tisyacholit', 2007, vol. 28, pp. 35-42. 5. Shteinvolf L. I. Dinamika mehanicheskikh peredach silovykh usta-novok teplovozov : dis. ... dokt. tehn. nauk. Kharkiv, 1966, 655 p. 6. Larin A. A. Issledovaniya kolebaniy teplovoznykh silovykh ustanovok v Har'kovskom politehnicheskome institute v 1960-e gg. Mehanika ta mashinobuduvannya, 2009, vol. 2, pp. 158-167. 7. Balishev M. A., Larin A.O. Naukovii dorobok profesora L'va Shteinvol'fa (oglyad novih nadhodjen' CDNTA Ukraïni). Arhivi Ukraïni. Kyiv: 2013. vol. 3 (285), p. 138-144. 8. Shteinvolf L. I. Ob algoritmah rascheta svobodnykh krut'il'nykh kolebaniy na ECVМ. Dinamika i prochnost' mashin, 1967, vol. 6, pp. 106-109. 9. Shteinvolf L. I., Karaban V.N. O raschetah vynuždennykh krut'il'nykh kolebaniy na ECVМ. Dinamika i prochnost' mashin, 1969, vol. 10, pp. 80-84. 10. Mitin V. N., Shteinvolf L.I. Strukturnye matricy cepnykh vibracionnykh sistem. Dinamika i prochnost' mashin, 1973, vol. 17, pp. 3-7. 11. Mitin V. N., Shteinvolf L.I. Strukturnye matricy cepnykh mehanicheskikh modelei konstrukcii. Dinamika i prochnost' mashin, 1982, vol. 35, pp. 3-6. 12. Karaban V. N., Shatohin V.M., Shteinvolf L.I. K voprosu primeneniya iteracionnogo metoda dlya raschetov kolebaniy suschestvenno nelineinykh sistem. Dinamika i prochnost' mashin, 1981, vol. 33, pp. 54-63. 13. Karaban V. N., Shatohin V.M., Shteinvolf L.I. Issledovanie vynuždennykh kolebaniy v privodakh mehanizmov ciklovogo deistviya. Teoriya mehanizmov i mashin, 1983, vol. 34, pp. 61-66. 14. Dragun S. V., Karaban V.N., Shteinvolf L.I. Optimizatsiya modelei silovykh peredach v dinamicheskikh raschetah. Problemy mashinostroeniya, 1982, vol. 17, pp. 66-70.

15. Shteinvolf L. I. Optimal'nyi sintez konstruktivnykh parametrov uprugih soedinenii. Teoriya mashin i mehanizmov, 1974, vol. 17, pp. 102-107. 16. Andreev Yu. M., Shteinvolf L. I. Sintez nelineinykh vibracionnykh sistem po skeletnym krivym s ispol'zovaniem teorii chuvstvitel'nosti. Dinamika i prochnost' mashin, 1984, vol. 40, pp. 50-56. 17. Drujinin E. I., Shteinvolf L. I. Opredelenie dempfiruyuschiekh harakteristik aksial'no-plunjernykh gidroob'emnykh mashin. Teoriya mehanizmov i mashin, 1984, vol. 37, pp. 25-31. 18. Drujinin E. I., Andreev Yu. M. Zastosuvannya sistemi komp'yuternoï algebri dlya modelyuvannya dinamiki gidromehanichnykh silovykh peredach transportnykh zasobiv. Ukraïns'kii mijvidomchii naukovotekhnichnii zbirnik. Avtomatizatsiya virobnychnykh procesiv u mashinobuduvanni ta priladobuduvanni. L'viv, 2011, vol.45, pp. 75-80. 19. Larin A. O. Doslidjennya kolivan' tankovykh dizeliv simeistva TD (istoriya pitannya). Visnik Nacional'nogo universitetu «L'viv's'ka politehnika» № 670 «Derjava ta armiya». L'viv: Vid-vo NU «L'viv's'ka politehnika», 2010, pp. 199-205. 20. Andreev Yu. M., Shteinvolf L. I. Komp'yuternoe modelirovanie zadach mehaniki golonomnykh sistem tverdykh tel so stacionarnymi i nestacionarnymi svyazhami. Dinamika i prochnost' mashin, 1993, vol. 53, pp. 96-102. 21. Andreev Yu. M., Shteinvolf L. I. Komp'yuternoe postroenie differencial'nykh uravnenii dvijeniya negolonomnykh sistem. Dinamika i prochnost' mashin, 1993, vol. 54, pp. 93-98. 22. Andreev Yu. M., Drujinin E.I., Larin A.A. Praktikum po teoreticheskoi mehanike s primeneniem PEVM. Kharkiv: NTU "KhPI", 2004, 100 p. 23. Larin A. A., Mitin V.N., Shteinvolf L.I. Ispol'zovanie cifrovogo imitatora dlya issledovaniya sistem vibracionnoi diagnostiki rabocheho processa DVS. Dvigateli vnutrennego sgoraniya, 1983, vol. 37, pp. 118-124. 24. Larin A. A., Shteinvolf L.I. Primenenie metoda regulyariatsii v analiticheskoi vibracionnoi diagnostike mashin. Dinamika i prochnost' mashin, 1987, vol. 45, pp. 67-70. 25. Shteinvolf L. I. Dinamicheskie raschety mashin i mehanizmov. Moscow–Kyiv: Mashgiz, 1961, 340 p.

Поступила (received) 14.04.2016.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Андреев Юрий Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем и процессов управления, Национальный технический университет «ХПИ», тел.: (057)-70-76-454, e-mail: andrjejev@gmail.com

Andreev Yurii Mihailovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of control systems and processes, National Technical University "KhPI", tel.: (057)-70-76-454, e-mail: andrjejev@gmail.com

Дружинин Евгений Иванович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теоретической механики, Национальный технический университет «ХПИ», тел.: (057)-70-76-373, e-mail: druzhinin_e_i@ukr.net

Drujinin Evgenii Ivanovich – Ph.D., Associate Professor, Department of Theoretical Mechanics, National Technical University "KhPI", tel.: (057)-70-76-373, e-mail: druzhinin_e_i@ukr.net

Ларин Андрей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры истории науки и техники, Национальный технический университет «ХПИ», тел.: (057)-70-76-503, e-mail: larinpokotilovka@mail.ru

Larin Andrei Alekseevich – Ph.D., Associate Professor, Department of History of Science and Technology, National Technical University "KhPI", tel.: (057)-70-76-503, e-mail: larinpokotilovka@mail.ru