

УДК 534 (09)

Историография в изучении развития теории механических колебаний

Historiography in the studies of development of the theory of mechanical vibrations

Андрей Ларин¹

Larin Andrew A.

¹ Кафедра истории науки и техники Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»
e-mail: larinpokitilovka@mail.ru

Ключевые слова: история науки, теория механических колебаний, классическая и аналитическая механика, математика, математическая физика, нелинейная механика, научная школа.

Анотация: Статья посвящена анализу литературы по истории теории механических колебаний, в том числе ее развитию в Украине с 1930-х годов. Несмотря на то, что теория колебаний является самостоятельной наукой, в мировой литературе нет ни одной монографии, посвященной ее истории. Научные школы Украины внесли большой вклад в развитие этой науки, и данный вопрос также нуждается в подробном изучении.

Key words: history of science, theory of mechanical vibrations, classic and analytical mechanics, mathematics, mathematical physics, nonlinear mechanics, scientific school

Abstract— The article is devoted to analysis of literature on history of theory of mechanical vibrations, including its development in Ukraine since 1930th. In spite of the fact that the theory of vibrations is an independent science, in the world literature there is not a single monograph devoted to its history. Scientific schools of Ukraine have made a large contribution to development of this science, and this issue also needs to be studied in details.

Колебаниями называется движение или изменение состояния, обладающее той или иной степенью повторяемости. Колебания встречаются не только в технике, но и в природе, и в обществе, словом, во всех явлениях, поскольку всему присуще движение. Несмотря на разнообразие изучаемых объектов, явлений и методов их исследования, зачастую заимствованных из других наук, теория колебаний является самостоятельной наукой, имеющей общие модели и методы исследований. Она связана с наиболее сложным математическим аппаратом. Особое место в ней занимают механические колебания, именно к области механики относятся первые исследования колебаний. Теория механических колебаний изучает колебательные движения в механических системах, происходящие под действием упругих или квазиупругих сил, а также возможно внешних возмущающих сил.

Начало теории колебаний связано с появлением классической механики Галилея – Ньютона. Первыми задачами стали задачи о колебаниях маятника и натянутой струны [1, с. 19–33; 2]. Создание же общей теории колебаний стало возможным только после выхода в свет в 1788 году «Аналитической механики» Лагранжа [3]. Окончательно теория

механических колебаний оформилась в трудах лорда Рэлея, особенно важным из которых является «Теория звука» (1877 г.) [4].

Вплоть до конца XIX века проблемы колебаний в технике не возникали, что вызвано маломощностью и тихоходностью машин. Прикладная теория механических колебаний выделилась в самостоятельную науку только на рубеже XX века. Первой серьезной задачей стали колебания мостов под действием подвижной нагрузки. Затем теория колебаний развивалась в основном благодаря задачам, связанным с кораблестроением. Это задачи о крутильных колебаниях паровых валов и изгибных колебаниях судовых корпусов [5; 6]. Развитие техники в начале XX века, особенно турбо- и двигателестроения расширило круг задач динамической прочности [1, с. 191–203, 232–281].

Теория механических колебаний является одновременно и разделом механики и частью общей теории колебаний, которая в свою очередь является составляющей прикладной математики и математической физики и связана с наиболее сложным математическим аппаратом. В связи с этим изучение истории развития теории механических колебаний требует изучения литературы не только по истории

данной науки, но и по истории теоретической и аналитической механики, а также математики, в том числе математической физики.

В данной статье ставится задача провести анализ литературы, посвященной истории развития теории механических колебаний, в том числе в Украине с 1930-х годов.

Многие ученые, занимающиеся теорией механических колебаний, уделяли внимание ее истории. Уже Лагранж в своей «Аналитической механике» приводит сведения о первых исследованиях в области аналитической механики в целом, в том числе и в теории колебаний [3]. Наиболее полный обзор работ за первое столетие существования этой науки приводит Рэлей в «Теории звука» [4]. Однако полной истории развития теории колебаний не приводит ни один автор. В частности, в мировой литературе нет ни одной монографии, посвященной развитию этой науки. В то же время другим разделам механики посвящены отдельные исследования. К ним относятся фундаментальные труды С. П. Тимошенко «История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений» [7], С. А. Бернштейна «Очерки по истории строительной механики» [8], А. Н. Боголюбова «История механики машин» [9] и Н. Д. Моисеева «Очерки развития теории устойчивости» [10]. Во всех перечисленных монографиях упоминаются отдельные достижения в области теории колебаний.

Долгое время изучению истории науки и техники внимания почти не уделялось. В СССР интерес к ней проявился в начале 1930-х годов. В частности, Постановлением Общего собрания Академии наук СССР №1 от 28 февраля 1932 года был учрежден Институт истории естествознания и техники (ИИЕТ) им. С. И. Вавилова. Большой интерес к истории науки в целом и механики в частности стал проявляться в 1960-е годы. [11, с. 6]. Основными работами в этой области являются фундаментальные работы советских ученых – историков математики и механики.

Наиболее полно в литературе советского периода история механики освещена в двухтомном коллективном труде «История механики», подготовленном ИИЕТ АН СССР и изданном под общей редакцией А. Т. Григорьяна и И. Б. Погребысского в 1971 и 1972 годах [12; 13]. В нем главы, посвященные истории отдельных разделов механики, готовили известные ученые, работающие в данной области. В частности, в первом томе в главе, посвященной классической и аналитической механике (авторы И. Б. Погребысский и Л. С. Фрейман), рассматриваются первые задачи теории механических колебаний, положившие начало этому разделу механики [12, с. 83–157]. Теории колебаний и волн посвящена отдельная глава И. Б. Погребысского [12, с. 250–281]. Во втором томе вопросы теории колебаний рассматриваются только в главе «Механика деформируемого твердого тела (XX в.)» (М. И. Рейтман, Я. Рыхлевский, Г. С. Шапиро) [13, с. 245–280].

Из других работ можно отметить монографии А. Т. Григорьяна «Механика от античности до наших дней» [14], И. Н. Веселовского «Очерки по истории теоретической механики» [15] и Д. Р. Меркина «Краткая история классической механики Галилея – Ньютона» [16]. Однако в этих работах история теории колебаний не рассматривается, так как авторы считают ее самостоятельной наукой, выросшей из теоретической механики [15, с. 3; 16, с. 125–127].

В целом обзор работ по истории механики 60–70-х годов XX века, выполненный А. Т. Григорьяном и Г. И. Михайловым, показал, что среди множества трудов нет исследований по истории теории механических колебаний [11].

Большой вклад в развитие истории механики внес профессор Николай Дмитриевич Моисеев. Будучи крупным специалистом в области небесной механики, он в 1944 году подготовил в Московском государственном университете (МГУ) курс лекций по истории и методологии механики, который и читал до своей кончины. Этот курс лег в основу книги «Очерки развития механики» [17], изданной после смерти автора его учениками. В этой работе впервые дается исторический анализ развития механики в тесной связи с другими науками и производством. В ней много внимания уделяется философско-методологическим аспектам развития механики, подробно рассматриваются труды ученых – основоположников механики и предлагается периодизация развития данной науки [17, с. 18–23].

Однако развитию теории колебаний в книге Н. Д. Моисеева уделено всего 3,5 страницы, посвященных в основном теории устойчивости Ляпунова [17, с. 358–362].

Ученица Н. Д. Моисеева И. А. Тюлина, заменившая его в МГУ, в работе «История и методология механики» рассматривает теорию колебаний только поверхностно [18, с. 182–186]. Кроме того, в этой книге, предназначенной для студентов механико-математических факультетов университетов, не рассматриваются вопросы прикладной механики.

Из более поздних работ большой интерес представляет фундаментальный труд «История механики в России» [19], изданный в 1987 году Институтом математики АН УССР под редакцией А. Н. Боголюбова и И. З. Штокало. Авторский коллектив насчитывает десятки ученых – видных механиков и историков науки. В книге рассказывается о многих российских ученых, в том числе о тех, кто внес большой вклад в развитие теории колебаний или способствовал созданию научных школ Украины в области механики. Среди них Л. Эйлер, О. И. Сомов, В. Л. Кирпичев, А. М. Ляпунов, В. А. Стеклов, Н. Н. Салтыков, А. Н. Крылов, И. Г. Бубнов и С. П. Тимошенко. Однако истории теории колебаний и в этой книге посвящен совсем небольшой, подготовленный А. Н. Боголюбовым и И. К. Рахимовой [19, с. 299–302]. В нем в очень сжатой форме описано развитие решения основных проблем теории колебаний и перечислен вклад в это дело российских ученых.

Начало развития механики в Украине можно связать с открытием в 1805 году Харьковского университета – одного из старейших в Российской империи. Преподавание механики в нем всегда стояло на довольно высоком уровне. В отличие от других университетов, где механику читали представители прикладной механики, здесь было принято, чтобы этот важнейший курс преподавали математики [1, с. 138–142]. В становлении математики и механики в Украине большую роль сыграло Харьковское математическое общество. История его развития рассматривается в монографии Н. Н. Кушлаковой и В. С. Савчука [20].

Советские ученые внесли большой вклад как в развитие математики и механики, так и в развитие прикладной теории колебаний, которая в Советском Союзе стала развиваться только в 1930-е годы в связи с индустриализацией страны. В истории теории механических колебаний особое место занимает деятельность украинских ученых. Мировое признание получила деятельность целого ряда научных школ Украины в области механики. Среди них можно выделить школы, прославившиеся достижениями в разделе теории колебаний:

- на базе Института технической механики и Киевского политехнического института сформировалась Киевская научная школа механики твердого деформируемого тела. У ее истоков стояли знаменитые ученые В. Л. Кирпичев, С. П. Тимошенко, К. К. Симинский и Е. О. Патон. Из ученых – представителей киевской школы, занимавшихся теорией колебаний можно отметить следующих:

Александр Николаевич Динник (1876–1950) – академик АН УССР (1929) и АН СССР (1946), основоположник отечественно школы теории упругости; Николай Николаевич Давиденков (1879–1962) – академик АН УССР (1939), научные интересы которого сосредоточились на стыке механики и физики конструкционных материалов; Сергей Владимирович Серенсен (1905–1977) – академик АН УССР (1939), создал научную школу по конструкционной прочности. Развитие динамической прочности учеными Института строительной механики АН УССР в 1930–1940-е годы рассматривается в статье [21]. К киевской школе механиков – прочнистов примыкал член-корреспондент АН УССР Илья Яковлевич Штаерман (1891–1962). Его ученик Владимир Николаевич Челомей (1914–1985), академик АН СССР (1962), конструктор ракетной техники начинал свою научную деятельность в области динамики авиационных моторов. Под редакцией Челомея в 1979–1981 годах выпущен шеститомный справочник «Вибрации в технике» [1, с. 146].

Среди других ученых, начинавших свой путь в области теории колебаний еще в предвоенный период можно назвать академика А. Д. Коваленко (1905–1973), докторов технических наук Н. Н. Афанасьева, Д. В. Вайнберга, С. Э. Гарфа, И. М. Тетельбаума, Н. И. Черняка и В. Г. Чудновского.

В начале 1930-х годов зародилась всемирно известная Киевская школа нелинейной механики, основателями которой были академики Николай

Митрофанович Крылов (1879–1955) и Николай Николаевич Боголюбов (1909–1987).

К обоим киевским школам механики принадлежит Георгий Степанович Писаренко (1910–2003) – организатор и первый директор Института проблем прочности (ИПП) и основатель научной школы в области колебаний упругих тел с учетом несовершенной упругости материала. Подробно деятельность этой научной школы освещена в разделе 8 «Колебания неконсервативных механических систем» коллективной монографии, выпущенной в ИПП и посвященной 95-летию со дня рождения основателя школы и института – Г. С. Писаренко [22, с. 809–916]. В этой книге обобщены исследования, выполненные в ИПП НАН Украины, с момента его основания и приведена обширная библиография, посвященная этой теме.

В связи с вышесказанным важными источниками для изучения истории теории механических колебаний являются труды, посвященные развитию механики и математики в СССР в целом и в Украине в частности. Одним из первых фундаментальных трудов в этом направлении является сборник, изданный под редакцией В. З. Власова, В. В. Голубева и Н. Д. Моисеева к тридцатилетию Советской власти. Однако в нем не ставилась цель отразить в полной мере все развитие механики в СССР [23, с. 7]. Так статья Н. Н. Боголюбова «Колебания» посвящена в основном проблемам нелинейной механики и деятельности научных школ Мандельштама – Андропова и Крылова – Боголюбова [23, с. 99–114].

К пятидесятилетию Советской власти также был выпущен целый ряд юбилейных трудов по истории науки в СССР. ИИЕТ АН СССР издал в серии «Советская наука и техника за 50 лет» книгу «Развитие механики в СССР» под редакцией академика А. Ю. Ишлинского [24]. В ней глава V «Теория колебаний», написанная В. О. Кононенко, также посвящена в основном деятельности советских школ Мандельштама – Андропова и Крылова – Боголюбова в области теории нелинейных колебаний [24, с. 93–121].

В четырехтомном издании «Механика в СССР за пятьдесят лет» (главный редактор академик Л. И. Седов) теории механических колебаний посвящен раздел «Прикладные проблемы теории колебаний» (авторы И. И. Блехман и Я. Г. Пановко) первого тома «Общая и прикладная механика» [25, с. 89–113]. Этот раздел представляет собой перечень основных трудов советских ученых в области теории колебаний, правда без списка литературы.

Кроме этого в первом томе несколько разделов посвящены истории отдельных методов решения задач теории колебаний. Среди них «Метод осреднения в теории нелинейных колебаний» М. В. Волосова [25, с. 115–135], «Метод точечных отображений» Ю. И. Неймарка [25, с. 137–156], «Метод малого параметра» И. И. Блехмана [25, с. 89–113] и «Методы решения теории колебаний» И. И. Блехмана и Я. Г. Пановко [25, с. 167–169]. Таким образом, данный сборник трудов представляет собой наиболее полное

исследование из истории развития теории колебаний в СССР. Однако во всех разделах ни слова не говорится об объектах, для которых применялись рассматриваемые методы расчетов колебаний.

В третьем томе «Механика деформируемого твердого тела», вопросы теории колебаний рассматриваются в главе «Механика деформируемых твердых тел» (Н. В. Зволинский, М. И. Рейтман, Г. С. Шапиро) [26, с. 292–323]. В главе «Теория упругих оболочек и пластинок» (Н. А. Алумяэ) [26, с. 227–265] освещены вопросы колебаний оболочек и пластинок, в том числе и новых задач – колебаний в потоке газа и колебаний оболочек, заполненных жидкостью.

В другой коллективной монографии «Развитие общей механики в России и Украине в 20–80-е годы XX века», изданной в 1998 году совместно российскими (ИИЕТ им. С. И. Вавилова) и украинскими (Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва) учеными под редакцией А. Ю. Ишлинского, Г. С. Писаренко и Ю. А. Храмова развитию теории механических колебаний посвящен раздел «Колебания в механических системах» (авторы Я. Г. Пановко и М. З. Коловский). В нем отражены достижения украинских ученых, однако, ввиду краткости, они просто перечислены, в данном разделе нет никаких подробностей о проводимых работах [27, с. 211–232]. Зато в разделе «Нелинейная механика» представители научной школы Крылова – Боголюбова Ю. А. Митропольский, А. М. Самойленко и О. Б. Лыкова достаточно подробно рассказывают о ее достижениях [27, с. 233–272]. При этом под термином «нелинейная механика» авторы понимают теорию нелинейных колебаний, хотя современная трактовка этого понятия значительно шире.

Развитию научной школы нелинейной механики Н. М. Крылова Н. Н. Боголюбова и Ю. А. Митропольского посвящены также работы Ю. А. Храмова и Т. В. Килочицкой [28–30]. Однако данные авторы основывают свои исследования на изучении публикаций всемирно известных киевских ученых. В связи с этим из поля зрения историков науки выпадают годы Великой Отечественной войны, во время которой научные статьи и, тем более монографии, почти не издавались. Складывается впечатление, что деятельность этих ученых временно была приостановлена. Однако в указанный период Н. М. Крылов и Н. Н. Боголюбов активно работали в области авиадвиглостроения, в частности ими были разработаны методы расчетов крутильных колебаний авиадвигателей. Этому вопросу посвящено исследование, источником для которого стали материалы архива Института механики НАН Украины [31].

Деятельность харьковских ученых освещена гораздо слабее. О представителях харьковской школы механики и прикладной математики говорится в очерке академика А. П. Филиппова в книге «Розвиток науки в Українській РСР за 40 років» [32, с. 518–529] и в статье [33], в которой он описывает развитие исследований в области динамики машин на Украине уже за 50 лет. В

основном речь идет о харьковской научной школе. Однако ввиду малого объема этих работ данный вопрос рассматривается поверхностно.

Развитию науки в Западных областях Украинской ССР за годы Советской власти посвящена монография [34]. В ней есть очерк, посвященный развитию математики и механики, в котором тоже мало сведений о развитии теории колебаний [34, с. 17–34].

Из работ по истории математики можно выделить коллективный четырехтомный (в шести книгах) труд «История отечественной математики», выпущенный отделом истории математики Института математики АН УССР под редакцией И. З. Штокало в 1968–1970 годах. Например, при изучении первой задачи, с которой начиналась математическая физика – задачи о колебаниях натянутой струны [35, с. 215–216]. В этом труде также подробно рассматривается применение асимптотических методов для расчета колебаний, в том числе и деятельность выдающихся математиков – основоположников киевской школы нелинейной механики Н. М. Крылова, Н. Н. Боголюбова и Ю. А. Митропольского.

Важными для изучения истории теории колебаний являются работы по истории развития научно-исследовательских и учебных институтов, а также научные биографии ученых, работавших в данной области. Однако в рамках одной статьи все эти вопросы рассмотреть невозможно.

На основании историографического анализа можно сделать вывод о том, что для изучения истории развития теории механических колебаний есть достаточно обширная литература. Однако эти источники разрознены и в них, в основном, рассматриваются математические проблемы теории колебаний. Что касается технических приложений теории колебаний, то в литературе, посвященной истории техники, проблемы вибраций если и рассматриваются, то, как правило, весьма поверхностно.

Иными словами исторические исследования в области теории механических колебаний принадлежат или математикам, не всегда владеющим техникой, или механикам, слабо знающим математику и теорию колебаний.

В связи с этим актуальными являются задачи составления общей истории теории механических колебаний, а также выяснение вклада в развитие этой науки украинских ученых. Монография [1] призвана отчасти восполнить эти пробелы.

Источники и литература:

1. Ларин А. А. Зарождение математической физики и теории колебаний континуальных систем в «споре о струне» / А. А. Ларин // Вестник Национального технического университета «ХПИ». - История науки и техники. - 2008. - Вып. 8. - С. 89–97
2. Лагранж Ж. Аналитическая механика, т. I / Ж. Лагранж. - М.- Л.: Гостехиздат, 1950. - 594 с.
3. Стретт Дж. В. Теория звука, т. I. / Дж. В. Стретт (Лорд Рэлей). - М.: Гостехиздат, 1955. - 504 с.

4. Ларин А. А. Развитие теории колебаний механических систем в кораблестроении/ А. А. Ларин// Дослідження з історії техніки Зб. наукових праць. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – Вип. 11. – с. 29–36
5. Ларин А. А. История развития исследований поперечных колебаний корпусов кораблей /А. А. Ларин // Механіка та машинобудування, 2008. – Вип. 1. – С. 253–264
6. Ларин А. А. Очерки истории развития теории механических колебаний / А. А. Ларин. – Севастополь: Вебер, 2013. – 403 с.
7. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений / С. П. Тимошенко. – М.: Гостехтеориздат, 1957. – 536 с.
8. Бернштейн С. А. Очерки по истории строительной механики / С. А. Бернштейн. – М.: Госстройиздат, 1957. – 236 с.
9. Боголюбов А. Н. История механики машин / А. Н. Боголюбов. – К.: Наукова думка, 1964. – 463 с.
10. Моисеев Н. Д. Очерки развития теории устойчивости. / Н. Д. Моисеев. – М.–Л.: Гостехиздат, 1949. – 663 с.
11. Григорьян А. Т. Вклад последних двадцати пяти в развитие истории механики. / А. Т. Григорьян, Г. К. Михайлов // Сборник статей. Исследования по истории механики. – М.: Наука, 1983. – С. 6–30
12. История механики с древнейших времен до конца XVIII века / [под общ. ред. А. Т. Григорьяна и И. Б. Погребысского]. – М.: Наука, 1971. – 398 с.
13. История механики с конца XVIII века до середины XX века / [под общ.ред. А. Т. Григорьяна и И. Б. Погребысского]. – М.: Наука, 1972. – 414 с.
14. Григорьян А. Т. Механика от античности до наших дней / А. Т. Григорьян. – М.: Наука, 1974. – 480 с.
15. Веселовский И. Н. Очерки по истории теоретической механики / И. Н. Веселовский. – М.: Высшая школа, 1974. – 287 с.
16. Меркин Д. Р. Краткая история классической механики Галилея – Ньютона / Д. Р. Меркин. – М.: Физматлит, 1994. – 160 с.
17. Моисеев Н. Д. Очерки развития механики / Н. Д. Моисеев. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 478 с.
18. Тюлина И. А. История и методология механики / И. А. Тюлина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 282 с.
19. История механики в России. – К.: Наукова думка, 1987. – 392 с.
20. Кушлакова Н. М. Харківське математичне товариство: історія заснування, розвитку та діяльності (1879–1930) / Н. М. Кушлакова, В. С. Савчук. – Дніпропетровськ: ІМА-прес. – 2009. – 244 с.
21. Ларин А. А. Деятельность Института строительной механики АН УССР в области динамической прочности в 1930–1940-е гг. / А. А. Ларин // Вестник Национального технического университета «ХПИ». - История науки и техники, 2008. – Вып. 53. – С. 67–79
22. Прочность материалов и конструкций / [Редкол.: В. Т. Трощенко (отв. ред.) и др.]. – К.: Академперіодика, 2006. – 1076 с.
23. Механика в СССР за тридцать лет 1917–1947 / [под ред. В. З. Власова, В. В. Голубева и Н. Д. Моисеева]. – М.-Л.: Гостехиздат, 1950. – 416 с.
24. Развитие механики в СССР 1917–1967 / [под ред. А. Ю. Ишлинского]. – М.: Наука, 1967. – 365 с.
25. Механика в СССР за пятьдесят лет. Т. 1. Общая и прикладная механика. – М.: Наука, 1968. – 416 с.
26. Механика в СССР за пятьдесят лет. Т. 3. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1972. – 480 с.
27. Развитие общей механики в России и Украине в 20–80-е годы XX века. – М.: Наука. – К.: Феникс, 1998. – 404 с.
28. Храмов Ю. О. Ю. О. Митропольський та його наукова школа (до 90 річчя від дня народження вченого) / Ю. О. Храмов, Т. В. Кілочицька // Наука і наукознавство, 2007. -№ 2. - С. 101–115
29. Кілочицька Т. В. Становлення нелінійної механіки в Україні (30-ті роки ХХ ст.) / Т. В. Кілочицька // Наука і наукознавство, 2007. – № 3. – С. 102–107
30. Кілочицька Т. В. Ю. О. Митропольський – вчений та вихователь молоді / Т. В. Кілочицька // Наука і наукознавство, 2008. – № 1. – С. 77–84
31. Ларин А. А. Исследования крутильных колебаний авиамоторов основателями нелинейной механики Н. М. Крыловым, Н. Н. Боголюбовым и Ю. А. Митропольским в 1940-е гг. / А. А. Ларин // Вісник Дніпропетровського університету. – 2009. – № 1/2. – Серія історія і філософія науки і техніки. – вип. 17. – С. 61–68
32. Розвиток науки в Українській РСР за 40 років. – К.: Вид-во АН УРСР, 1957. – 532 с.
33. Филиппов А. П. Развитие исследований в области динамики машин на Украине за годы советской власти / А. П. Филиппов // Динамика и прочность машин, 1968. – Вып. 8. - С. 3–7
34. Розвиток науки в Західних областях Української РСР за роки Радянської влади. 1939–1989 / В. Н. Панасюк, Я. С. Подстригач, Ф. І. Стеблій та ін. – К.: Наукова думка. – 1990. – 304 с.
35. История отечественной математики. Т. 1. С древнейших времен до конца XVIII в. – К.: Наукова думка. – 1968. – 492 с.

Ларин Андрей Алексеевич – к.т.н., доцент, доцент кафедри історії науки і техніки Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»