

УДК 004.9

О ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ АЙТИШНИКОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК СТРОИТЕЛЬНОГО ВУЗА И ЕЁ РАЗВИТИИ ДЛЯ ОТРАСЛИ

КУЛЯБКО В. В., *д.т.н, проф.*

Кафедра металлических, деревянных и пластмассовых конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-42, e-mail: kulyabko-vv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0044-4704

Аннотация. *Цель.* Поиск новых направлений, путей и связей для улучшения знаний предметной области выпускников айтишников строительного вуза и для использования этих знаний в строительной отрасли. *Методика.* Опыт преподавания на 3 курсе студентам КН показал почти полное отсутствие у студентов мотивации к изучению пропагандируемых министерствами и IT компаниями знаний предметной области. Несомненно странным и преждевременным для строительного вуза является их ориентирование и уклон всех IT-выпускников в одно-два второстепенных для строительства направления. По-видимому, здесь должен быть набор в первую очередь обязательных дисциплин меньшего объема, чем для основной специальности инженера-строителя ПГС, но близкого по составу. В соответствии с этим предлагается рассмотреть, например, хотя бы некоторую часть из инженерных работ и роль айтишников для каждого из 11-ти разделов и этапов строительства, в которых учтены направления «топиков» десятков мировых научных конференций последних лет и 2017 года. *Результаты.* В соответствии с некоторыми из этих разделов и этапов строительства могут быть найдены и установлены предметно и этапы подготовки бакалавров и магистров. Предварительная подготовка, начиная со школьного возраста и до получения документа строительного вуза об образовании, применительно к сближению специальностей ПГС и IT, была подробно изложена автором на предыдущей конференции KSIT ESM-2015. По многим направлениям ученые основных выпускающих кафедр ПГАСА, несомненно, накопили материалы, нуждающиеся в качественной компьютерной обработке и аппаратурному внедрению. Им не хватает компьютерного мастерства и IT-знаний, а знаний предметной области у них – много. В статье даются конкретные предложения. *Научная новизна.* В качестве научной новизны из высказанных предложений можно подчеркнуть предложение изучения в строительных вузах и учёта в современных расчетах сооружений четырёх известных групп нелинейностей. Их учёт изменяет амплитуды динамических напряжений и ускорений в некоторых случаях в несколько раз. *Практическая значимость.* Использование уточнённых расчетов и иных описанных цифровых технологий может применяться при динамической паспортизации, при поиске повреждений по заранее составляемым альбомам стандартных динамических характеристик. Очевидно, что для конкретного типа-аналога здания или сооружения такое внедрение позволит ускорить и повысить надёжность результатов выборочных экспериментальных обследований, особенно в труднодоступных местах и узлах.

Ключевые слова: специализированные компьютерные науки в строительном вузе; динамика сооружений; проектирование нелинейных систем защиты сооружений.

ПРЕДМЕТНІ ЗНАННЯ «АЙТІШНИКІВ» СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК БУДІВЕЛЬНОГО ВНЗ І ЇХ РОЗВИТОК ДЛЯ ГАЛУЗІ

КУЛЯБКО В. В., *д.т.н., проф.*

Кафедра металевих, дерев'яних і пластмасових конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-42, e-mail: kulyabko-vv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0044-4704.

Анотація. *Мета.* Пошук нових напрямків, шляхів і зв'язків для поліпшення знань предметної області випускників айтишників будівельного вузу і для використання цих знань в будівельній галузі. *Методика.* Досвід викладання на 3 курсі студентам КН показав майже повна відсутність у студентів мотивації до вивчення пропагованих міністерствами і IT компаніями знань предметної області. Дещо дивним і передчасним для будівельного вузу є їх орієнтування і ухил всіх IT-випускників в одно-два другорядних для будівництва напрямки. Мабуть, тут повинен бути набір в першу чергу обов'язкових дисциплін меншого обсягу, ніж для основної спеціальності інженера-будівельника ПГС, але близького за складом. Відповідно до цього пропонується розглянути, наприклад, хоча б якусь частину з інженерних робіт і роль айтишників для кожного з 11-ти розділів і етапів будівництва, в яких враховані напряму «топиків» десятків світових наукових конференцій останніх років і 2017 року. *Результати.* Відповідно до деяких з цих розділів і етапів будівництва можуть бути знайдені і встановлені предметно і етапи підготовки бакалаврів і магистрів. Попередня підготовка, починаючи зі шкільного віку і до отримання документа будівельного вузу про освіту, стосовно зближення спеціальностей ПГС і IT, була детально викладена автором на попередній конференції KSIT ESM-2015. За багатьма напрямками вчені основних випускаючих кафедр ПГАСА, безсумнівно, накопичили матеріали, які потребують якісної комп'ютерної обробки і

аппаратурному впровадження. Їм не вистачає комп'ютерної майстерності і IT-знань, а знань предметної області у них - багато. У статті даються конкретні пропозиції. **Наукова новизна.** Як наукової новизни з висловлених пропозицій можна підкреслити пропозицію вивчення в будівельних вузах і обліку в сучасних розрахунках споруд чотирьох відомих груп нелінійностей. Їх облік змінює амплітуди динамічних напружень і прискорень в деяких випадках в декілька разів. **Практична значимість.** Використання уточнених розрахунків та інших описаних цифрових технологій може застосовуватися при динамічній паспортизації, при пошуку ушкоджень по заздалегідь складеними альбомами стандартних динамічних характеристик. Очевидно, що для конкретного типу-аналога будівлі або споруди таке впровадження дозволить прискорити і підвищити надійність результатів вибіркових експериментальних обстежень, особливо у важкодоступних місцях і вузлах.

Ключові слова: спеціалізовані комп'ютерні науки в будівельному вузі; динаміка споруд; проектування нелінійних систем захисту споруд.

ABOUT DOMAIN KNOWLEDGE IT SPECIALIZED COMPUTER SCIENCES BUILDING THE UNIVERSITY AND ITS DEVELOPMENT FOR INDUSTRY

KULYABKO V. V., *Doctor of Technical Sciences, prof.*

Department of metal, wood and plastic constructions, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", ul. Chernyshevsky, 24-a, 49600, Dnepr, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-42, e-mail: kulyabko-vv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0044-4704

Annotation. Goal. The search for new destinations, routes and connections to improve the domain of graduates of the university IT people building knowledge and to use this knowledge in the construction industry. **Methods.** Experience of teaching 3 course, students KH showed an almost complete lack of motivation of students to study promoted by the Ministries of IT companies and domain knowledge. Several strange and premature for the building of the university is their orientation and inclination of IT-graduates in one or two minor areas for construction. Apparently, there must be a set of first compulsory subjects smaller volume than the main specialty Construction management, engineering, but is similar in composition. Accordingly, it is proposed to consider, for example, at least some part of the engineering works and the role of IT specialists for each of the 11 sections and construction phases, which take into account the direction of "topics" dozens of world scientific conferences of recent years and in 2017. **Results.** According to some of these sections and stages of construction can be found and established objectively and stages of preparation of bachelors and masters. Preliminary training, from school age, and to give the document the construction of the university of education, with regard to the convergence of CBC specialties and IT, has been described in detail by the author at the previous conference KSIT ESM-2015. In many areas of basic scientists graduating departments PGASA undoubtedly accumulated materials that require high quality computer processing and hardware implementation. They lack the computer skills and IT-knowledge and domain knowledge from them - a lot. The paper makes specific proposals. **Scientific novelty.** As a scientific novelty of the suggestions can be emphasized offer study in building universities and accounting calculations in modern constructions of four known groups of nonlinearities. Their amplitude changes accounting dynamic stresses and accelerations in some cases, several times. **Practical significance.** Using the refined calculations and other digital technologies described can be used in the dynamic certification, when searching for the damages drawn up by the pre-album standard dynamic characteristics. Obviously, for a particular type of analog building or structure is implementing will accelerate and improve the reliability of the experimental sample surveys, especially in hard to reach places and sites.

Keywords: specialized computer science in the university building; structural dynamics; designing nonlinear structures protection systems.

Введение

На двух предыдущих конференциях KSIT ESM в 2014 и 2015 годах, организованных впервые строительной академией ПГАСА, возникла дискуссия о специализированных компьютерных науках и специалистах направления IT: 121 (ИПО – инженерия программного обеспечения); 122 (КН – компьютерные науки); 126 (ИСТ - информационные системы и технологии). В докладе вдохновителя и организатора этих специализаций в строительном вузе Днепра проф. Н. М. Ершовой подчеркивалось, что, по мнению IT компаний, у молодых специалистов **нет знаний предметной области**, для которой разрабатываются IT – технологии.

В частности, в наших статьях мы описывали круг задач той основной части современного

строительства, без которой почти все второстепенные части просто не будут нужны заказчиком. К такой части мы отнесли понимание фундаментальных знаний и наук о **нагрузках и конструкциях**, которые должны эти нагрузки выдерживать. Далее к предметной области студента - айтишника строительного вуза следует отнести такие основы строительного проектирования, как обоснованное современное **конструирование** новых зданий и сооружений и соответствующие ему сложные, иногда в чём-то научно-пионерские, инженерные **расчеты** на **статические** и **динамические** нагрузки. Наконец, следующий после строительства жизненный цикл сооружений включает длительную **эксплуатацию** и проблемы **реконструкции**, ремонта и т.п. На этой стадии

инженер-строитель должен в совершенстве владеть **инструментальными** методами проведения технической **диагностики, мониторинга, испытаний и усиления** конструкций.

И заметим, что в XXI веке это должны быть уже не прежние простенькие инженерные решения и, например, «прикидочные расчеты» отдельно здания и отдельно основания. **Аварии и разрушения** сооружений прошедшего века убедительно показали, что надо рассматривать сооружение совместно со всем его окружением. Они неразрывны и вместе воспринимают все нагрузки. Например, порывы ветра, толчки землетрясений, вибрацию от работающих в здании (или не очень далеко) машин. Автор публиковал «ещё в прошлом веке» труды с описанием динамических испытаний и расчетов опасного и дискомфортного раскачивания 9-ти этажного общественного здания больницы (как Приемника вибрации), которое возникало от работы компрессоров (Источников вибрации), расположенных в промышленной зоне, на расстоянии около 1 км (Механизм передачи вибрации).

Также уже не должно быть расчетов **отдельно моста** и отдельно «замороженного» (условно неподвижного) **транспорта**. Именно так до сих пор сегодня ведутся большей частью расчеты на все подвижные нагрузки: по статическим «линиям влияния» (без учета скоростей и количества средств транспорта, их поддрессирования, торможения, интервалов движения и т.п.).

В описанных случаях доказательства необходимости повышения знаний предметной области айтишника строительного вуза обсуждались также вопросы прочности конструкций с контролем их безопасности и живучести, и учитывалась вторая сторона - обеспечение комфорта персонала и жителей, виброустойчивой работы инженерного оборудования (в т.ч. прецизионного, средств связи и т.п.).

Всё сказанное относится и к решению проблем диагностики технического состояния конструкций, и к обоснованию необходимости реконструкции строительного объекта после тщательно изученной истории строительства и всей последующей «жизни» сооружения и основания.

Цель

Целью данной работы является поиск новых направлений, путей и связей для улучшения знаний предметной области выпускников айтишников строительного вуза и для использования этих знаний и умений в строительной отрасли.

Методика

Опыт проведения автором занятий с группой третьего курса КН-13 показал и слабые базовые знания (математики, пакетов типа MathCAD, строительно-ориентированных программных комплексов ПК и др.), и почти полное отсутствие у

студентов мотивации к изучению пропагандируемых **министерствами и ИТ компаниями знаний предметной области**. Несколько странным и преждевременным, на наш взгляд, для строительного вуза является их ориентирование и уклон всех ИТ-выпускников в одно-два второстепенных для строительства направления (типа экономика, управление, измерение и т.п.). По-видимому, здесь должен быть набор в первую очередь обязательных дисциплин меньшего объема, чем для основной специальности инженера-строителя ПГС, но близкого по составу.

В соответствии с этим предлагается рассмотреть, например, хотя бы некоторую часть из инженерных работ и роль айтишников для каждого из следующих 11-ти разделов и этапов строительства, в которых учтены направления «топиков» десятков мировых научных конференций последних лет, в т.ч. и информация о тематике 12-ти конференций по строительству на 2017 год. (После чего проследим за вытекающими из них ИТ-задачами).

1) Предпроектные работы, исследование нагрузок на сооружения (в т.ч. статических и динамических) и проведение инженерно-геологических изысканий.

2) Изучение особенностей местности и видов сооружений с позиции известных аварий и разрушений сооружений-аналогов.

3) Поиск архитектурно-эстетического вида и рациональных предварительных параметров сооружения (в т.ч. - с применением алгоритмов метода динамического формообразования (МДФ), компьютерного моделирования, рекомендаций ISO и т.п.).

4) Обоснование основной идеи конструктивных решений и материалов сооружения и составление расчетных схем и динамических моделей. Оценка внутренних усилий, напряжений и поиск наиболее опасных сечений. Решение задач в линейной и нелинейной постановках с использованием метода динамического конструирования (МДК).

5) Математическое моделирование учёта в расчётах на статические и динамические нагрузки четырёх известных групп нелинейностей: геометрические, физические, конструкционные и генетические.

6) Анализ и учет возможных условий эксплуатации. Например, сюда относится выявление и решение технических проблем, возникающих в существующих сооружениях при строительстве и эксплуатации объектов типа метро, новых соседних высотных и иных объектов, связанных с работой агрегатов, с проведением массовых мероприятий и т.п. (В частности, если в Днепре на строительство трёх пролетов и станций метро под старым проспектом привлекается 4000 человек, то, очевидно, для контроля вибрации в жилых домах, поиска дефектов и устройства виброизоляции фундаментов должны быть привлечены коллективы строительного профиля численностью такого же порядка).

7) Проведение реконструкции и ремонта сооружения с расчетными обоснованиями безопасности приёмочных натурных испытаний и усиления конструкций. Составление программ испытаний и приборное их обеспечение, обработка результатов, анализ и выводы.

8) Знание теории подобия и проведение лабораторных испытаний на моделях и макетах.

9) Инструментальные методы проведения технической диагностики, мониторинга, и паспортизации конструкций. Использование и совершенствование форм динамических паспортов.

10) Развитие методов предупреждения аварий и поиска возможных повреждений элементов конструкций путем применения при обследовании сооружения метода динамической диагностики (МДД) его технического состояния по измеряемым динамическим характеристикам.

11) Развитие и использование ВМ–технологий для фиксации всех данных проекта, строительства и эксплуатации сооружения. И для внесения существенных изменений условий и ситуаций, а также для использования при последующих перерасчетах и перепроектировании объекта.

Результаты

В соответствии с некоторыми из этих разделов и этапов строительства могут быть найдены и установлены предметно и этапы подготовки бакалавров и магистров. Предварительная подготовка, начиная со школьного возраста и до получения документа строительного вуза об образовании, применительно к сближению специальностей ПГС и ИТ, была подробно изложена автором на предыдущей конференции. Заметим, что по многим направлениям ученые основных выпускающих кафедр ПГАСА, несомненно, накопили материалы, нуждающиеся в качественной компьютерной обработке и аппаратурному внедрению. Им не хватает компьютерного мастерства и ИТ-знаний (знаний же предметной области у них – хоть отбавляй!).

В данной работе несколько сузим и поясним для конкретных примеров и задач как бы технические вопросы, необходимые для проработки и создания специфической научной базы.

В частности, по разделу №1 студенты и выпускники - айтишники в содружестве с соответствующими кафедрами и вузами должны совершенствовать программное обеспечение (ПО) не только обще-геологическое в рамках существующих нормативов и геофизики Земли. Такие коллективы могут вносить, изучив мировой опыт и коды, предложения с приборно-программными новинками по проведению и обработке результатов изысканий, зонинга территорий, построению виброполей и др. Заметим, что многие нормы Украины типа ДБН, особенно в первые годы независимости, являлись как бы переводной калькой со СНиП. Особенно сложными и ответственными здесь являются работы

по уточнению всех видов нагрузок на каждый тип зданий и сооружений с учётом специфики регионов страны.

Для активизации одного из важнейших разделов, №2, следует в обязательный перечень дисциплин не только для айтишников, но даже для ПГС, ввести курс обследования и анализа причин известных и предупреждения возможных аварий и разрушений сооружений. Фронт совместных работ этих специальностей здесь не ограничен: расчетные ПК и новые ПО типа виртуальных компьютерных тренажеров для курсовых и лабораторных работ. Тут и моделирование (лавинообразного) прогрессирующего разрушения более наглядными методами, чем МКЭ. И задача «выявления слабого звена», и т.п.

А совместная работа над разделами №2 и №3 позволит наглядно продемонстрировать недостатки динамических характеристик аварийного сооружения с использованием МДФ и рекомендаций ISO сначала на виртуальных моделях - тренажерах.

Разделы №3, №4 и №5 являются основой проектирования сооружения, наиболее ответственной частью, определяющей как бы все главные свойства будущего сооружения: его безопасность, виброкомфортность, долговечность. Работа с МДФ позволяет на этапе №3 подключать к работе айтишника и опытного инженера, и молодого архитектора-конструктора. Они в связке смогут быстро, без длительных сборов нагрузок и определения напряжений, только по низшим формам собственных колебаний изменять на самой ранней предпроектной стадии все размеры здания (есть мировой стандарт для частот лучших высоток мира с прямоугольным планом) или сооружения и сечений несущих конструкций. Метод – быстрого подбора. Нам удалось убедиться в эффективности МДФ при реальном проектировании сложного стального монумента «Памятный Знак Космонавтике» на пр. Гагарина в Днепре с виброзащитой конструкций от ветрового резонанса и транспортной сеймики.

Бесконечны и пути совершенствования техники вычислений и синтеза нелинейных характеристик (№4 и №5) и конструирования (МДК), в т.ч. защиты зданий от динамических нагрузок (ветра, сеймики, ударов и т.п.). Именно на базе этих разделов и могут создаваться модные сегодня «смарт-сооружения и смарт-материалы».

Ждёт программистов новых коммерческих ПК и созданный и апробированный нами метод учёта нелинейных свойств элементов и конструкций: МНСЭК!

Аналогичны и возможные выходы в науку и практику оставшихся разделов №6 - №11, связанных вплотную с новизной диагностики, МДД, аппаратурным развитием мониторинга и с новейшим из направлений в современной практике научно-хозяйственного отношения к проектно-расчетным, диагностическим и материальным ценностям объектов – с ВМ–технологиями. Огромные задачи,

например, ставит эксплуатация и безопасность старых и новых сооружений Чернобыля. Неплохо бы разобраться и с долгостроями Днепра типа «Паруса», «Брамы» и др.

Можно предположить, что дальнейшее развитие указанных направлений может пойти и по иным политехническим отраслям: компьютерной механике, инженерной биомедицине, робототехнике, трибологии, механотронике.

Научная новизна и практическая значимость

Из высказанных предложений подчеркнуть в качестве научной новизны, например, крайнюю необходимость изучения в строительных вузах и учёта в сегодняшних расчетах сооружений всех четырёх известных групп нелинейностей. Их учёт изменяет амплитуды динамических напряжений и ускорений в несколько раз.

Использование уточнённых расчетов и иных описанных цифровых технологий уже частично применялось при динамической паспортизации. Оно незаменимо при поиске повреждений по заранее составляемым альбомам стандартных динамических

характеристик. Очевидно, что для конкретного типа-аналога здания или сооружения такое внедрение позволит ускорить и повысить надёжность результатов выборочных экспериментальных обследований, особенно в труднодоступных местах и узлах.

Выводы

1. Таким образом, выпускники специализаций ИПО, КН и ИСТ, изучившие проблемы конкретной описанной предметной области «строительных» знаний и набравшие некоторый технический опыт по модернизации и внедрению новейших разработок, смогут претендовать на рабочие места не только на кафедрах и лабораториях соответствующего вуза, но и на многих предприятиях отрасли.

2. Использование новых цифровых технологий и быстрое освоение современного программного обеспечения из групп САЕ, САD и САМ позволит улучшить качество методического преподавания основных специальностей вуза, а также повысить научно-практический уровень и исследований, и сотрудников кафедр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баженов В. А. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології: Підручник / В. А. Баженов, А. В. Перельмутер, О. В. Шишов - Київ: Каравела, 2009.–696 с.
2. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування: Підручник / В. А. Баженов, Е. З. Криксунов, А. В. Перельмутер, О. В. Шишов. – Київ : Каравела, 2008. – 360 с.
3. Городецкий А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров – К.: Факт, 2007. – 394 с.
4. Ершова Н. М. Новое направление в подготовке IT- специалистов / Ершова Н. М. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. №86 – Днепропетровск, ПГАСА, 2015. – с. 7.
5. Кулябко В. В. Динамика сооружений – прошлое, настоящее и будущее (часть 1). / В.В. Кулябко. - Германия: LAP – Lambert Academic Publishing. 2014. – 163 с.
6. Кулябко В.В. Варианты «digital – компьютерных» специализаций в строительном вузе на примере новых задач динамики конструкций, сооружений и машин / Кулябко В.В. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. №86 – Днепропетровск, ПГАСА, 2015. – с. 68-76.
7. Kazakevitch M. I. Wind safety of the structures. Theory and practice. – М.: Tipografiya “August Borg”. – 2015. – 288 p.
8. Karnovsky I., Lebed E.. Theory vibration protection. Springer International Publishing AG. 2016. 719 p.

REFERENCES

1. Bazhenov V.A., Perelmuter A.V. and Shishov O.V. *Budivelnna mekhanika. Kompiuterni tekhnologii* [Structural Mechanics. Computer Technology: Manual]. Kyiv: Karavela Publ., 2009, 696 p. (in Russian).
2. Bazhenov V.A., Kriksunov E.Z., Perelmuter A.V. and Shishov O.V. *Informatyka. Informatsiyni tekhnologii v budivnytstvi. Sistemi avtomatizovanogo proektuvannia: Pidruchnyk* [Computer Science. Information technologies in construction. CAD: Textbook]. Kyiv: Karavela Publ., 2008, 360 p. (in Russian).
3. Gorodezkiy A.S. and Evzerov I.D. *Compyuternye modeli konstruksiy* [Computer models of designs]. Kyiv: Fakt Publ., 2007, 394 p. (in Russian).
4. Ershova N.M. *Novoe napravlenie v podgotovke IT spetsialistov* [New direction is in preparation of IT – specialists]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie : Sb. nauch. trudov* [Construction, materials science, mechanical engineering : Coll. scientific. works], 2015, issue 86, pp. 7. (in Russian).
5. Kulyabko V.V. *Dinamika sooruzheniy – proshloe, nastoyashchee i budushchee (chast 1)* [The dynamics of structures - past, present and future (part 1)]. Germany, LAP – Lambert Academic Publishing, 2014, 163 p. (in Russian).
6. Kulyabko V.V. *Varianty «digital – kompyuternykh» spetsialisatsiy v stroitelnom vuse na primere novykh sadash dinamiki konstruksiy, sooruzheniy i mashin* [Variants of "digital - computer" specializations in building institution of higher learning on the example of new tasks of dynamics of constructions, building and machines]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Building, Material Science, Mechanical Engineering], Dnipropetrovsk, Pridneprovskaiia derzhavnaia akademiia budivnitstva ta arkhitektury Publ., issue 86, 2015, pp. 68-76. (in Russian).
7. Kazakevitch M. I. *Wind safety of the structures. Theory and practice*. – М.: Tipografiya “August Borg”, 2015, 288 p.
8. Karnovsky I. and Lebed E. *Theory vibration protection*. Springer International Publishing AG, 2016, 719 p.