

УДК 624.042

ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ СТРАНЫ НЕОБХОДИМО ПОВЫСИТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ЧЕЛОВЕКА

КУЛЯБКО В. В., академик МАБЖД, д.т.н., проф.

ГВУЗ «ПГАСА», г. Днепр, ул. Чернышевского, д.24а, Украина. Тел.: +380562469342. E-mail: kulyabko-vv@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0044-4704.

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые проблемы современного состояния динамических расчетов сооружений при их проектировании, эксплуатации и реконструкции. **Целью** работы является поиск путей повышения безопасности объектов при обучении бакалавров и магистрантов строительного профиля. **Методика** исследований заключается в анализе новых ситуаций, задач и возможностей, которые связаны с изучением и использованием динамических характеристик подсистем сооружений. В частности, в учете нелинейных свойств материалов и конструкций. А также в исследованиях поведения сооружений во временной области и т.п. В **результате** был проведен, во-первых, анализ основных учебных дисциплин, которые преподаются сегодня в отдельных строительных вузах Украины. Были рассмотрены и некоторые научные работы (докторские и кандидатские диссертации, статьи и монографии) по специальностям «строительные конструкции, здания и сооружения» и «основания и фундаменты». Кроме того, было изучено содержание отечественных программных комплексов (ЛИРА, SCAD) и их возможности для решения поставленных целей. Оказалось, что, несмотря на улучшение технической оснащённости студентов и преподавателей современной вычислительной техникой, общий уровень преподавания основных фундаментальных и инженерных дисциплин, определяющих безопасность сооружений, существенно снижается. Снижается и требовательность к качеству знаний. Отсутствуют и многие важные для строителей дисциплины, связанные с анализом историй и причин аварий и разрушений конструкций, со снижением уровня колебаний сооружений, с влиянием вибрации на организм человека и на сохранность и качество работы дорогостоящего оборудования. Были обнаружены, например, перекосы объёмов дисциплин в сторону второстепенных предметов и разделов (гуманитарных, организационных, технологических и экономических, которые упрощены до уровня арифметики младшей школы). Вместо необходимости глубокого и практического освоения прочностных курсов, изучения новых видов конструкций, демпфирующих устройств и т.п. После подобного анализа был предложен ряд спецкурсов, направленных на устранение замеченных недостатков. В качестве **научной новизны** предложены методы динамического формообразования, конструирования нелинейных демпфирующих устройств и периодической диагностики сооружений. Эти методы имеют не только современные научные подходы и обоснованность. Они обладают **практической значимостью** и направлены на улучшенное проектирование сооружений на ранней стадии, на снижение динамических напряжений и дискомфорт, на безопасность и создание виброэкологических объектов.

Ключевые слова: здания и сооружения; безопасность и комфорт людей; расчеты на динамические нагрузки; образование

ПРИ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ КРАЇНИ НЕОБХІДНО ПІДВИЩИТИ БЕЗПЕКУ БУДИНКІВ, СПОРУД ТА ЛЮДИНИ

КУЛЯБКО В. В., академік МАБЖД, д.т.н., проф.

ДВНЗ «ПДАБА», м Дніпро, вул. Чернишевського, д.24а, Україна. Тел. : +380562469342. E-mail: kulyabko-vv@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0044-4704

Анотація. У статті розглядаються деякі проблеми сучасного стану динамічних розрахунків споруд при їх проектуванні, експлуатації та реконструкції. Метою роботи є пошук шляхів підвищення безпеки об'єктів при навчанні бакалаврів і магістрантів будівельного профілю. Методика досліджень полягає в аналізі нових ситуацій, завдань і можливостей, які пов'язані з вивченням і використанням динамічних характеристик підсистем споруд. Зокрема, в обліку нелінійних властивостей матеріалів і конструкцій. А також в дослідженнях поведінки споруд в тимчасовій області і т.п. В результаті було проведено, поперше, аналіз основних навчальних дисциплін, які викладаються сьогодні в окремих будівельних вузах України. Були розглянуті та деякі наукові роботи (докторські і кандидатські дисертації, статті та монографії) за спеціальностями «будівельні конструкції, будівлі та споруди» та «основи і фундаменти». Крім того, було вивчено зміст вітчизняних програмних комплексів (ЛИРА, SCAD) і їх можливості для вирішення поставлених цілей. Виявилось, що, незважаючи на поліпшення технічної оснащеності студентів і викладачів сучасною обчислювальною технікою, загальний рівень викладання основних фундаментальних і інженерних дисциплін, що визначають безпеку споруд, істотно знижується. Знижується і вимогливість до якості знань. Відсутні і багато важливих для будівельників дисциплін, пов'язаних з аналізом історій і причин аварій і руйнувань конструкцій, зі зниженням рівня коливань споруд, з впливом вібрації на організм людини і на збереження і якість роботи дорогого устаткування. Були виявлені, наприклад, перекося обсягів дисциплін в сторону другорядних предметів і розділів (гуманітарних, організаційних, технологічних та економічних, які спрощені до рівня арифметики молодшої школи). І це - замість необхідності глибокого і практичного освоєння міцностних курсів, вивчення нових видів конструкцій, демпфуючих пристроїв і т.п. Після такого аналізу було запропоновано ряд спецкурсів, спрямованих на усунення виявлених недоліків. Як ознаки наукової новизни, запропоновані методи динамічного формоутворення, конструювання нелінійних демпфуючих

пристроїв і періодичної діагностики споруд. Ці методи мають не тільки сучасні наукові підходи та обґрунтованість. Вони мають практичну значущість і спрямовані на поліпшене проектування споруд на ранній стадії, на зниження динамічних напружень і дискомфорту, на безпеку і створення віброекологічних об'єктів.

Ключові слова: будівлі і споруди; безпека і комфорт людей; розрахунки на динамічні навантаження; освіта

AT HIGH RISK FOR THE COUNTRY NEED TO IMPROVE SAFETY BUILDINGS AND MAN

KULYABKO V. V., *Dr. Sci., Prof.*

SHEE "PGASA", Dnieper, Chernyshevskogo street, n.24a, Ukraine. Tel.: 380 562 469 342. E-mail: kulyabko-vv@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0044-4704.

Abstract. This article discusses some of the problems of the current state of dynamic analysis of structures in their design, operation and reconstruction. The aim is to find ways to improve the safety of facilities for teaching undergraduate and graduate building profile. Methods of research is to analyze new situations, challenges and opportunities that are associated with the study and use of the dynamic characteristics of structures of sub-systems. In particular, taking into account nonlinear properties of materials and structures. As well as in the research structures of behavior in the time domain, etc. As a result, was held, firstly, the analysis of the major academic disciplines that are taught today in a separate building universities in Ukraine. It was discussed and some of the scientific work (doctoral and master's theses, articles and monographs) on the field of "building construction and structures" and "Soils and foundations". Furthermore, the content of domestic software systems has been studied (LIRA, SCAD) and their ability to address these goals. It turned out that, despite the improvement of technical equipment of the students and teachers of modern computer technology, the overall level of teaching the basic fundamental and engineering disciplines that determine the safety of buildings, is significantly reduced. Reduced demands on quality and knowledge. Nor are there many important for builders discipline related to analysis of the history and causes of accidents and damage structures, with a reduction in the level of construction vibrations, with the effect of vibration on the human body and the safety and quality of expensive equipment. Have been found, for instance, distortions volumes disciplines towards the minor subjects and sections (human, organizational, technological and economic, that are simplified to the level of the arithmetic of elementary school). Instead of having a deep and practical development of the strength of courses, learning new types of designs, damping devices, etc. Once this analysis has been offered a number of special courses aimed at addressing the deficiencies noticed. As a scientific novelty proposed methods of forming dynamic, non-linear design of damping devices and periodic diagnostic facilities. These methods are not only of modern scientific approaches and validity. They have practical significance and aims to improve the design of structures at an early stage to reduce the dynamic stress and discomfort, the safety and the creation of vibroecological objects.

Keywords: buildings and structures; safety and comfort of people; calculations on the dynamic loads; education

В данной работе (как тезисах возможного выступления и дискуссии на аналогичной по теме конференции) предлагается проведение некоторого анализа ситуации с нынешним преподаванием фундаментальных и специальных инженерно-строительных дисциплин в строительном вузе. Предполагается выделять аспекты безопасного проектирования, строительства и эксплуатации – какова их доля в общем процессе строительного вуза, как они отражаются в обучении и как воспринимаются аудиторией. Каковы принципы и весовые коэффициенты распределения проблемы безопасности по кафедрам, при решении этой многокритериальной задачи оптимизации по созданию грамотного и «общественно-безопасного» специалиста, бакалавра, магистра.

Очевидно, что подобные исследования, сравнения и корректировка лекций должны проводиться на базе текущего развития соответствующих областей науки и вычислительной техники, а также последствий нынешнего «информационного взрыва» в виде, например, потока почти ежемесячных всемирных научно-тематических конференций по строительству, потоков видеороликов об устройстве известных суперсооружений и решении текущих проблем на их

стройках. Полезно также обсудить проблемы и связи науки и преподавания, нормирования и его реализацию в строительстве (создание, в частности, норм проектирования в стране и за рубежом) и другие вопросы.

Тематика знакома автору не понаслышке, а, во-первых, из практики проектной работы в крупнейших проектных институтах Союза (Московский «ПромстройНИИпроект») и Украины («Государственный Днепропетровский проектный институт»). Здесь проектировались здания и сооружения цехов химических, металлургических и других заводов. В частности, - цеха ЮМЗ, объекты КБЮ, на 50-летие которых в 2003г. автор в составе группы ДИСИ, ГДПИ ЮМЗ и ЗМК запроектировал монумент «Памятный Знак Космонавтике» на проспекте Гагарина в Днепре. В этих институтах создавались типовые проекты универсальных секций, сложных фундаментов и предварительно напряженных сборных конструкций колонн, перекрытий под нагрузку 25 кН/м² (при сетке 6 x 9 м), покрытий (в том числе – из оболочек в виде гиперболических параболоидов). Отдельную пользу для роста квалификации автора принёс и опыт научной работы в академическом институте («Институт технической механики НАНУ» - в школе

известного учёного, академика АН УССР д.т.н. проф. Лазаряна В. А.).

Во-вторых, тематика базировалась и на опыте автора по обследованиям, испытаниям и усилениям сотен строительных и машиностроительных объектов. И, наконец, в-третьих - на полувековой педагогической практике почти на всех фундаментально-теоретических и общеинженерных кафедрах вузов Украины (ДХТИ, ДИИТ, ДИСИ, ДонНАСА, ЗГИА). Где автор читал и стандартные, и авторские курсы, спецкурсы по сопротивлению материалов; строительной механике; динамике и сейсмостойкости сооружений; обследованиям и испытаниям сооружений; по строительным конструкциям и т.п. дисциплинам для будущих архитекторов; конструкторов; строителей; механиков; строителей автодорог, аэродромов и мостов; инструкторов по охране труда; технологов и др.

Очевидно, что описанные объекты и специальности наиболее близко связаны с объектами, от которых в огромной степени зависит безопасность зданий и сооружений, а, следовательно, – людей, оборудования и других материальных ценностей.

Целью данной работы является поиск путей повышения безопасности объектов при обучении бакалавров и магистрантов строительного профиля, где рассматриваются, в первую очередь, как пример улучшения качества образования инженера-строителя, некоторые проблемы (и направления их разрешения) современного состояния динамических расчетов сооружений при их проектировании, эксплуатации и реконструкции. К сожалению, сегодня первичное знакомство со студентами старших курсов, 4-го и выше, показывает иногда вопиющие результаты. В группе или потоке эпюры внутренних усилий для простейшей балки могут хотя бы приблизительно построить только 1-2 человека (не говоря уже о поиске величин нормальных, касательных, главных и эквивалентных напряжений в рамах, арках и фермах при статических, а, тем более, при динамических нагрузках)! А в эти же дни в центре Европы, в Италии, гибнет три сотни людей от землетрясения, откладывается строительство моста через Мессинский пролив с пролётом 3,3 км.

Принятая **методика** исследований заключалась в анализе новых ситуаций, задач и возможностей, которые связаны с изучением и использованием, например, динамических характеристик подсистем сооружений. В частности, в учете нелинейных свойств материалов и конструкций. А также в исследованиях поведения сооружений во временной области и т.п. Эта методика разрабатывалась совместно со студентами и проверялась на небольшом студенческо-молодёжном коллективе «Резонанс» многие годы.

В **результате** был проведен, во-первых, анализ основных учебных дисциплин, которые преподаются сегодня в отдельных строительных вузах Украины. Были рассмотрены и некоторые научные работы

(статьи и монографии), а также докторские и кандидатские диссертации по научным специальностям «строительные конструкции, здания и сооружения» и «основания и фундаменты», которые проходили в двух специализированных советах ПГАСА. Кроме того, было изучено содержание отечественных программных комплексов (ЛИРА, SCAD), их недостатки и возможности для решения поставленных целей.

Оказалось, что, несмотря на улучшение технической оснащённости студентов и преподавателей современной вычислительной техникой, общий уровень преподавания основных фундаментальных и инженерных дисциплин, определяющих безопасность сооружений, почти постоянно существенно снижается. Снижается и требовательность к качеству знаний. Отсутствуют и многие важные для строителей дисциплины, связанные с поучительным анализом историй и причин аварий и разрушений конструкций, со снижением уровня колебаний сооружений. А также связанные с влиянием вибрации на конструкции (проблема усталостной прочности) и безопасность сооружения, на организм человека (этим должна заниматься новая наука виброэкология), на качество работы (виброустойчивое) дорогостоящего оборудования.

Легко могут быть обнаружены, например, перекосы объёмов дисциплин в сторону второстепенных предметов и разделов (гуманитарно-политических, организационно-технологических, экономических), которые упрощены до уровня либо политинформаций, либо арифметики младшей школы. Вместо необходимости глубокого и практического освоения «прочностных курсов», изучения новых видов современных конструкций, расчётов нелинейных демпфирующих устройств и применения других мировых достижений по снятию проблем опасности сооружений, студенты огромную часть своего времени по субъективным причинам (личным связям деканатов и кафедр с ректоратом и прочими подотделами) тратят «на сомнительное общее развитие» за счёт потери возможности серьёзного профессионального роста и влияния на гарантированную безопасность будущих объектов строительства. Известно ведь выражение сейсмологов о том, что «людей убивают не землетрясения, а здания и сооружения»!

Ниже предлагается ряд инженерно-научных спецкурсов, направленных на устранение замеченных недостатков и читаемых, например, магистрантам на 9-м семестре (для всех магистрантов специальности ПГС), 10 и 11 семестрах (для узкого направления будущих конструкторов и расчетчиков с применением программных комплексов строительной прочности специализации). Заметим, что новая специальность «компьютерные науки» в строительном вузе, конечно, как и в других специальных вузах, должна постепенно приобретать уклон в «специализированные строительные

компьютерные науки», принося реальную пользу всем выпускающим кафедрам строительного вуза и развиваясь, прежде всего, в направлении обеспечения безопасности зданий и сооружений, улучшения качества проектов и развития новых составляющих САПР и BIM-технологий.

В качестве *научной новизны*, например, могут рассматриваться методы динамического формообразования сооружений, конструирования нелинейных демпфирующих устройств и периодической диагностики сооружений с поиском возможных повреждений по качественным изменениям частот и форм свободных колебаний. Эти методы имеют не только современные научные подходы и обоснованность. Они отличаются сугубо *практической значимостью* и направлены на улучшенное проектирование сооружений (на его ранней стадии), на снижение динамических напряжений в конструкциях и дискомфорта персонала и жителей, на безопасность зданий и сооружений «по проекту» и на создание виброэкологических объектов.

Рассмотрим по семестрам возможную тематику спецкурса, а также желательный объём аудиторных часов для его лекций - Л; практических занятий - П; лабораторных работ – ЛР; курсовых проектов – КП.

9-й семестр:

1) Обзор общинженерных проблем и взаимосвязи конструирования, расчетов, испытаний и диагностики зданий и сооружений при их проектировании, монтаже, эксплуатации и реконструкции. Л: 20; П: 10; ЛР: 10 (здесь цель – показать, как отделить фундаментальные знания от временных, часто меняющихся).

2) Основы прочностных и деформационных расчетов: от статики и динамики – к формообразованию и конструированию (на примерах плоских и пространственных балок, рам, арок, мостов, а также одноэтажных и многоэтажных зданий). Л: 20; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 х п (индивидуальная работа с каждым магистрантом – рассмотрение разных конструкций по его основной работе).

3) История, инженерный анализ причин и способы предотвращения аварий и обрушений конструкций зданий и сооружений. Л: 20; ЛР: 10 (слушатели такого спецкурса начинают набирать свой инженерный опыт).

4) Основные положения экспериментальной механики и практические приёмы определения статических и динамических параметров и характеристик конструкций в условиях лабораторных и натурных испытаний. Л: 20; ЛР: 20; КП: 20 (наработка опытов и экспериментальных исследований по магистерской теме).

5) Анализ нагруженности и формообразования всемирно известных зданий и сооружений с выявлением современных тенденций строительства. Л: 30; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 (упрощенные схемы, модели, расчеты на ЭВМ).

10-й семестр:

6) Составление и различие компьютерных расчетных схем и динамических моделей сооружений с алгоритмами проведения анализа НДС при всевозможных статических и динамических нагрузках. (одноэтажные и многоэтажные здания; мосты балочные, висячие и вантовые; градирни и т.п.). Л: 30; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 (экскурсии на сложные объекты, рассчитанные, запроектированные, испытанные кафедрой)

7) Особенности динамического поведения стальных и железобетонных конструкций (в линейной и нелинейной постановках) и способы снижения вибрации сооружений. Обзор материалов международных научных конференций. Л: 30; П: 20; КП: 20 (составление научного обзора по теме магистерской диссертации).

8) Пути и способы современных статико-динамических расчетов взаимодействия конструкций зданий и сооружений с неоднородным инерционным грунтовым (в том числе свайным) основанием, с ветровыми и морскими потоками (в том числе - проблемы аэродинамики), с транспортными средствами и иными подвижными нагрузками. Л: 30; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 (участие в реальных исследованиях: расчеты и испытания).

11-й семестр:

9) Виброэкология зданий и сооружений: комфорт и вибробезопасность жилых и производственных помещений (санитарные нормы и способы обеспечения их требований). Условия виброустойчивой работы оборудования. Пути снижения вибрации. Л: 30; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 (практическая работа с вибростендами и с виброизмерительной аппаратурой; тензометрия и др. техника).

10) Усталостная прочность конструкций при многоцикловых и малоцикловых нагрузках. Мероприятия по повышению долговечности сооружений, работающих при существенных динамических нагрузках. Виды задач и расчетов на выносливость. Патентный поиск, конструирование и расчет рациональных демпфирующих устройств. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) и теория развития творческой личности (ТРТЛ). Л: 30; П: 20; ЛР: 10; КП: 10 (изобретательство, выступления на научных конференциях, публикация статей, подача заявок на патенты по теме магистерской работы).