

**МАГИСТРАТУРА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СТРОИТЕЛЬСТВО».
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ
«АРХИТЕКТУРА, ГЕОМЕТРИЯ И РАСЧЕТ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУР И ОБОЛОЧЕК»**

В.Н. ИВАНОВ, *д-р техн. наук, профессор*
Е.А. ГРИНЬКО, *зав. лабораторией*
Российский университет дружбы народов,
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; email: ivanov.v.n@stream.ru

В 2012 году на кафедре прочности материалов и конструкций инженерного факультета Российского университета дружбы народов создана инновационная магистратура по направлению «Строительство», специализация «Архитектура, геометрия и расчет большепролетных пространственных структур и оболочек». Создание магистратуры вызвано необходимостью подготовки инженерных и научных кадров по проектированию большепролетных структур и оболочек в связи с вновь возрождающимся интересом к этому виду сооружений и конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: большепролетные пространственные структуры, оболочка, архитектура, геометрия поверхностей, расчет оболочек, программные комплексы, проектирование тонкостенных оболочек, железобетонные оболочки, деревянные оболочки.

Приказом ректора № 653 от 9.07.2012 на инженерном факультете РУДН на кафедре Прочности материалов и конструкций была открыта авторская магистерская программа «Архитектура, геометрия и расчет большепролетных пространственных структур и оболочек» в рамках направления «Строительство». Создание магистратуры по данной специализации обусловлено сегодняшними тенденциями в развитии современного архитектурного стиля - хай-тека, олицетворяющего "новаторскую архитектуру", претендующего на доминирование в 21 веке.

Деконструктивизм, новый минимализм, различные линии хай-тека: лайт-тек, лоу-тек, эко-тек, геометрический хай-тек, бионический хай-тек, нелинейная архитектура и т.д., наряду с использованием достижений передовых технологий в создании конструкций и свойств самих зданий, новейших строительных и отделочных материалов сегодня в сочетании с элегантностью и изяществом форм становятся символом нового в стилистическом разнообразии городов. Воздействие на формирование современного хай-тека оказала архитектура российского и советского авангарда в лице В.Г. Шухова, Лолейта А.Ф., С.В. Кербедзи, Д. Журавского, П. Белолобова, Ф. Ясинского, А. Кузнецова и др. Эти вопросы будут подробно изучаться на лекциях и семинарах по дисциплине «История развития архитектуры пространственных структур и оболочек с элементами расчета» (лектор – проф. С.Н. Кривошапко).

Французский инженер-строитель Г. Эйфель первым построил стержневую пространственную мачтовую структуру (1889), а В.Г. Шухов, русский инженер, архитектор, изобретатель, учёный, первым в мире применил в 1896 году для строительства зданий и башен стальные сетчатые оболочки и запатентовал их. С тех пор всемирно известные архитекторы Пьер Нерви, Эро Сааринен, Оскар Нимейер, Тоё Ито, Фрэнк Гери, Николас Гримшоу, Сантьяго Калатрава, И.М. Пей и др. создали много стержневых шедевров, правильный геометрический и прочностной расчет которых играет большую роль в их проектировании, что покажет на своих лекциях доц. В.В. Галишникова в рамках курса «Стержневые пространственные структуры (геометрия, прочность, устойчивость)».

Полное признание и широкое распространение в прогрессивной мировой архитектуре перекрытия-оболочки и большепролетные сооружения получили в течение

ние последних двух десятилетий благодаря стремительному развитию компьютерных технологий, новых программно-вычислительных комплексов в практике расчёта конструкций и появлению новых строительных материалов и технологий. Проф. В.П. Агапов на занятиях по «Программным комплексам для расчета пространственных структур (Лира, Принс, Abacus, Shell и др.)» и «Пространственным составным конструкциям» особое внимание уделяет практическому использованию компьютерных комплексов.

В России все чаще появляются сооружения, которые можно отнести к стилю хай-тек. Это и олимпийские объекты в Сочи и ТЦ "АФИ СИТИ МОЛЛ", в Москве, "СИТИ МОЛЛ" в Белгороде, в Петербурге и др. К сожалению, в основном, авторами этих проектов являются зарубежные архитекторы.

В свое время в СССР существовала мощная геометрическая школа, работавшая в направлении создания пространственных большепролетных форм и оболочечных конструкций для сооружений различного назначения. Многим известны работы таких ученых-геометров как Н.Н. Рыжов, В.А. Лебедев, Г.В. Брант, В.С. Обухова и др. Однако, в связи с утратой интереса к оболочкам в 1980-х годах над развитием этого направления в России в последнее время активно продолжают работать только 4-5 групп исследователей, в том числе группа под руководством А.Л. Мартиросова (РГСУ, Ростов-на-Дону), профессоров С.Н. Кривошапко и В.Н. Иванова (РУДН, Москва), лаборатория «Тонкостенные пространственные конструкции» НИИЖБа (Москва) под руководством заслуженного деятеля науки России В.В. Шугаева и группа казанских ученых под руководством профессора Н.М. Якупова (лаборатория Нелинейной механики ИММ КазНЦ РАН, Казань).

В настоящее время на инженерном факультете РУДН продолжает действовать научная школа, основанная профессором В.Г. Рекачом в 1965 году. Сегодня ею руководят д-ра техн. наук, профессора С.Н. Кривошапко и В.Н. Иванов, которые ведут научные разработки в направлении исследования геометрии и расчета на прочность большепролетных оболочечных строительных конструкций. Эти разработки составили основу нескольких дисциплин магистратуры, например, «Формообразование оболочек в архитектуре» [1], «Аналитические методы расчета оболочек неканонической формы» [2], «Аналитические поверхности в архитектуре зданий, конструкций и изделий» [3], лекции по которым они же и читают.

Смелость архитектурной мысли должна базироваться на точном и надежном инженерном расчете, приводящем архитекторов и строителей к пониманию статичности конструкции и возможной опасной ее динамике, поэтому в магистратуре уделяется должное внимание и классическим дисциплинам, таким как «Линейная теория тонких оболочек» (лектор – проф. С.Н. Кривошапко), «МКЭ и вариационно-разностный метод» (лектор – проф. С.Б. Косицын и проф. С.И. Трушин), «Теория упругости» (лектор – проф. В.Н. Иванов), «Нелинейная теория упругих оболочек» (лектор – проф. В.П. Агапов) и др.

Магистерская программа, включает также базовые и вариативные расчетные дисциплины общенаучного цикла, такие как «Математическое моделирование» (доц. Ф.В. Рекач), «Устойчивость и динамика упругих систем» (проф. С.Н. Кривошапко), «Уравнения математической физики» (проф. А.Л. Скубачевский), «Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций» (лектор – доц. М.М. Манаева), а также большой набор дисциплин по выбору, например, «Современные методы виброзащиты конструкций» (лектор – проф. Д.К. Гришин), «История строительной механики и выдающиеся ученые-механики» (лектор – доц. С.Л. Шамбина), «Компьютерная графика» (лектор – доц. В.А. Романова). Как видно из представленных выше сведений, занятия в магистратуре проводят высококвалифицированные специалисты в соответствующих областях не только из РУДН, но и из МГСУ, МГУПС (МИИТ), ЦНИИСК им. Кучеренко.

В настоящее время профессорско-преподавательским составом кафедры прочности материалов и конструкций РУДН подготовлены учебно- методические пособия и справочники, практически по всем



Лаборатория «Сопротивления материалов»

дисциплинам магистратуры [1-3]. В научно-технических журналах опубликовано большое количество пилотных научно-популярных и обзорных статей [4-7], содержание которых вошло во многие лекции и интерактивные практические занятия, или стали базой для дальнейших научно-исследовательских работ студентов, или темой их магистерских диссертаций.

Кафедра обладает хорошей материально-технической базой для проведения учебных лабораторных и научно-исследовательских работ. В состав кафедры входит лаборатории «Сопротивления материалов» и «Деталей машин и механизмов», а также компьютерный класс на 15 рабочих мест.

Научный руководитель магистерской программы – д-р техн. наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ С.Н. Кривошапко. Область профессиональной деятельности выпускников магистратуры: научно-исследовательская и научно-педагогическая, следовательно, предполагаемая сфера деятельности выпускников магистратуры – НИИ, проектные организации, архитектурные бюро, проектирующие и изучающие стержневые пространственные структуры и тонкостенные оболочки, а также вузы, архитектурно-строительного направления.



Компьютерный класс

Хорошей помощью студентам магистратуры является созданный на базе кафедры межвузовский научный семинар «Геометрия и расчет тонких оболочек неканонической формы», учредителем которого являются 8 университетов Москвы, Волгограда, Казани и Йошкар-Олы (<http://shell-sem.nagod.ru>). На семинаре выступают известные ученые, поэтому результаты их исследований интересны и обогащают знаниями, как состоявшихся ученых, так и аспирантов, и студентов.

Создание магистратуры на кафедре Прочности материалов и конструкций в РУДН по специализации "Архитектура, геометрия и расчет большепролетных пространственных структур и оболочек" имеет своей целью поддержать и повысить интерес к использованию пространственных конструкций у молодежи, а для этого необходимо снабдить молодых архитекторов и инженеров-строителей фундаментальными и специальными передовыми знаниями по данному направлению, подготовить молодых ученых к самостоятельному творческому поиску, к экспериментальным и теоретическим исследованиям в области строительства и архитектуры, на примерах выдающихся архитекторов [8, 9] и ученых [10] вдохновить на создание новаторских, простых и изящных, надежных и долговечных пространственных большепролетных строительных конструкций.

Научный энтузиазм и надежда на возрождение мощной российской школы инженеров-расчетчиков и талантливых архитекторов вдохновили ППС кафедры Прочности материалов и конструкций РУДН на открытие подобной магистратуры.

Л и т е р а т у р а

1. *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 560 с.
2. *Иванов В.Н., Кривошапко С.Н.* Аналитические методы расчета оболочек неканонической формы: Монография. – М.: Изд-во РУДН, 2010. – 542 с.
3. *Кривошапко С.Н., Мамиева И.А.* Аналитические поверхности в архитектуре зданий, конструкций и изделий: Монография. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 328 с.
4. *Krivoshapko S.N.* Research on general and axisymmetric ellipsoidal shells used as domes, pressure vessels, and tanks// *Applied Mechanics Reviews (ASME)*. – November 2007. – Vol. 60, № 6. – P. 336-355.
5. *Гринько Е.А.* Обзорные работы по геометрии, прочности, устойчивости, динамике и применению оболочек со срединными поверхностями различных классов// Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2012. - № 2. – С. 15-21.
6. *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Геометрия, расчет и проектирование конструкций в форме циклических поверхностей: Обзорная информация. – Сер. «Строительные материалы и конструкции», вып. 2. – М.:ОАО «ВНИИТПИ», 2010. – 61 с.
7. *Романова В.А.* Особенности изображения процесса образования поверхностей в системе AutoCAD// *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. – 2012. - № 4. – С. 3-5.
8. *Nines E.M., Billington D.P.* Anton Tedesco and the introduction of thin shell concrete roofs in the United States// *Journal of Structural Engineering*. – 2004. – 130(11). – P. 1639-1650.
9. *Antuñña Rernardo Joaquin.* The evolution of the work of Eduardo Torroja: Shell roofs with and without reinforcement rings// *Proc. of the Second Int. Congress on Construction History*, Cambridge University, 29.03-02.04.2006. – P. 179-194.
10. *Шухов В.Г.* Избранные труды. Строительная механика. – М.: Наука, 1977. – 193 с.

References

1. *Krivoshapko, S.N., Ivanov, V.N.* (2010). *Encyclopedia of Analytical Surfaces*, M.: LIBROKOM, 560 p.
2. *Ivanov, V.N., Krivoshapko, S.N.* (2010). *Analytical Methods of Analysis of Shells of Non-canonical Form*: Monograph, M.: Izd-vo RUDN, 542 p.
3. *Krivoshapko, S.N., Mamieva I.A.* (2012). *Analytical surfaces in Architecture of Buildings, Structures, and Details*: Monograph, M.: LIBROKOM, 328 p.
4. *Krivoshapko, S.N.* (2007). Research on general and axisymmetric ellipsoidal shells used as domes, pressure vessels, and tanks. *Applied Mechanics Reviews (ASME)*, **60**(6), pp. 336-355.
5. *Grinko, E.A.* (2012). Review works on geometry, strength, stability, dynamics, and application of shells with middle surfaces of different classes, *Montazhn. i spets. raboti v stroitelstve*, № 2, pp. 15-21.
6. *Krivoshapko, S.N., Ivanov, V.N.* (2010). Geometry, analysis, and design of structures in the form of cyclic surfaces: Review Information, *Stroitelnie Materiali I Konstruktsii*, 2, M.: ОАО «ВНИИТПИ», 61 p
7. *Romanova V.A.* (2012). The features of visualization of a process of forming surfaces in the system of AutoCAD, *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, № 4, pp. 3-5.
8. *Nines, E.M., Billington, D.P.* (2004). Anton Tedesco and the introduction of thin shell concrete roofs in the United States, *Journal of Structural Engineering*, **130**(11), pp. 1639-1650.
9. *Antuñña, Rernardo Joaquin.* (2006). The evolution of the work of Eduardo Torroja: Shell roofs with and without reinforcement rings, *Proc. of the Second Int. Congress on Construction History*, Cambridge University, 29.03-02.04.2006, pp. 179-194.
10. *Shukhov V.G.* (1977). *Izbrannye Trudi: Stroitel'naya Mehanika*, M.: Nauka, 193 p.

**MAGISTRATE “CIVIL ENGINEERING” ON SPECIALIZATION
“ARCHITECTURE, GEOMETRY, AND STRENGTH ANALYSIS OF LARGE-SPAN
SPACE STRUCTURES AND SHELLS”**

V.N. Ivanov, E.A. Grinko

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

In 2012, the innovation magistrate was created on the basis of the Department of Strength of Material and Structures of Peoples' Friendship University of Russia. The creation of the magistrate was necessitated for the training of engineering and scientific personnel dealing with design of large-span space lattice and shell structures because of rising interest to this problem.

KEYWORDS: large-span space lattice and shell structures, shell, architecture, geometry of surface, shell analysis, reinforced concrete shell, wooden shell, computer complex.