

УДК 692.47

Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: udler41@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая д. 1

Некоторые аспекты тентовой терминологии

Аннотация

Постановка задачи. Цель работы – формирование набора наиболее специфичных и часто используемых в тентовой строительной тематике русских терминов, определений и понятий и соответствующих им английских аналогов. Для этого был проведен анализ большого числа отечественных и зарубежных публикаций.

Результаты. Основным результатом является краткий перечень русских терминов в области тентовых конструкций. К каждому подобран английский перевод и дана краткая характеристика применения или определение его понятия. Предложенный перечень включает только характерные для рассматриваемой области термины.

Выводы. Необходимо широкое обсуждение предложенного перечня тентовых терминов специалистами с целью корректировки и дальнейшего развития. Такая работа может стать основой для разработки единого терминологического стандарта в данной области и будет полезным пособием не только в переводах публикаций, но и в обучении и подготовке специалистов.

Ключевые слова: термины, понятия, определения, тентовые сооружения, пленочно-тканевые оболочки, растянутые конструкции.

Введение

Широкое признание и развитие сооружений с тентовыми ограждениями у нас в стране и по всему миру сопровождается появлением большого количества публикаций на русском и английском языках. Отсутствие единой терминологии усложняет адекватный перевод публикаций и ограничивает возможности обсуждения и оценки достижений.

Считается, что история тентовых сооружений насчитывает несколько веков. На ранних этапах это были довольно примитивные укрытия в виде палаток и шатров с ограждениями из шкур, холстов, парусины или брезента. Но с появлением в последние десятилетия современных высокопрочных синтетических тканей и сеток с атмосферостойкими пленочными покрытиями, тенты стали основой крупнейших и ответственных сооружений культурного, гражданского, промышленного, оборонного и сельскохозяйственного назначения [1]. Большие размеры тентов и, в связи с этим значительные механические нагрузки, высокая ответственность сооружений, под которыми могут находиться большое количество людей и значительные материальные ценности, потребовали пристального внимания научных работников, исследователей и проектировщиков. Естественно появление большого количества как научных, так и популярных и рекламных публикаций о тентовых сооружениях и конструкциях. Анализ публикаций показывает отсутствие единого подхода в использовании определений и понятий в «тентовой» строительной тематике. Это затрудняет понимание информации, вносит путаницу в тентовую терминологию и не отражает уровень современного развития науки и техники в данной области.

Учитывая значительное развитие тентового строительства за рубежом, важным представляется вопрос согласования русских терминов и определений с международными английскими. Перевод публикаций без учета специфики тентовых конструкций не дает полного и адекватного представления об обсуждаемых вопросах. Это касается, в частности, применения исходного в рассматриваемых конструкциях отечественного термина «**тент**». Некоторые исследователи [2] считают его истоками итальянское «*tendere*», переводимое как растянутый. Возможно, термин заимствован в старой голландской (нидерландской по языку) морской терминологии, где «*tente*» имело наиболее близкое смысловое значение, так как обозначало «навес в виде растянутой

парусины для укрытия от атмосферных воздействий» («Морской энциклопедический справочник». Том 1. Под ред. Ак. Н.Н. Исанина. Л.: Судостроение, 1987).

В последнее время в технических публикациях по тентовым конструкциям встречается английский термин *«awning»*, переводимый как *«навес»* или *«палатка»* [3]. Трудно считать палатками современные покрытия из пленочно-тканевых материалов, например, такие, как на рис. 1, взятого с сайта www.realty.ria.ru.



Рис. 1. Тентовое покрытие над аэровокзалом в Денвере (США)

Можно встретить и английский термин *«tent»*, в переводе тоже означающим *«палатку»*. Заметим, что глагол *«to tent»* переводится как *«накрываться тентом»* или *«располагаться в палатке»*.



Рис. 2. Тентовый шатер диаметром 50 м на площадке Казань-Ривьера

Находит применение и английский термин *«sanory»*. Его используют как понятие *«навес – шатер»* вроде покрытия, приведенного на рис. 2, в проектировании которого принимал участие автор. В тоже время *«sanory»* можно перевести как *«полог – драпировка»*. Такая неоднозначность терминов и их английских аналогов создает сложности в понимании, обсуждении и оценке специалистами научных и технических решений и достижений в данной области.

Цель данной работы – выявить наиболее специфичные и общепризнанные термины, используемые в области тентовых конструкций и сооружений и сформулировать определения к ним с учетом практики применения, как в отечественных, так и зарубежных научных изданиях. Это может быть полезно для разработки нормативной документации в данной области, а также в качестве пособия в переводах технической литературы и в подготовке специалистов – проектировщиков и исследователей.

Методической основой работы явились обзор и анализ научно-технической литературы и опыта разработок, исследований и публикаций по тентовым конструкциям, материалам и сооружениям. В определениях к терминам использовались сведения из академических, энциклопедических, профессиональных технических и толковых словарей и справочников [4], а также интернет-переводчики. В статье не анализируются известные общестроительные термины, установленные нормативными документами отрасли, если отсутствуют отличия их понимания в тентовой тематике.

Особенности геометрии и механики тентовых ограждений

Речь идет о зданиях, сооружениях и конструкциях, основным ограждающим элементом которых является «*мягкая оболочка*». С позиции строительной механики *оболочка* – это твердое тело, ограниченное с двух сторон поверхностями. Ее особенностями являются очень малая толщина в сравнении с остальными размерами, а определение как *мягкой* указывает на неспособность сопротивляться *изгибу*. Эти свойства ей придают пленочно-тканевые материалы, из которых она создается.

В связи с гибкостью, строительные ограждения в виде мягких оболочек могут стабильно функционировать только при условии наличия растягивающих усилий в материале и при криволинейной форме ее поверхности. Натяжение придает им упругость, а криволинейная форма уравнивает действие поперечной нагрузки. Так как внешние нагрузки на ограждения могут иметь разное направление действия, форма оболочки должна иметь вид поверхности двоякой отрицательной гауссовой кривизны. В связи с этим часто тентовые ограждения имеют вид *седловой поверхности*.

В английских переводах слова «*оболочка*» часто используется термин «*shell*». Однако, его русский аналог имеет смысл жесткой оболочки – *скорлупы*, что не соответствует понятию «*мягкая оболочка*». В англоязычной технической литературе можно выделить два подхода. Первый, использует указание на тканевую основу тентовых материалов применением понятия «*textile*» или «*fabric*» – ткань и в связи с тем, что тентовая оболочка всегда находится в состоянии растяжения, добавляется определение «*tensile*» либо «*tension*», что означает «*натянутый*» или «*напряженный*». Второй подход основан на замене понятия оболочки понятиями «*membrane*» – мембрана или «*structure*» – структура, конструкция, сооружение. Например, *tensile surface structure* [5]. Заметим, что слово «*мембрана*» имеет истоками латинское понятие «тонкая пленка». В технике под мембраной понимают гибкую тонкую плёнку или пластинку, обладающую упругостью благодаря наличию напряжения от действия внешних растягивающих усилий или вследствие закрепления по контуру [6].

Механическое натяжение тентовой оболочки обычно осуществляется сосредоточенными усилиями по контуру в узлах крепления к *анкерным устройствам, несущему каркасу или к мачтам*. Для равномерного перераспределения усилий в оболочке, края тентового ограждения превращают в усиленную зону – *силовой пояс*. Оптимальной формой криволинейного внешнего края пояса является *цепная линия* – «*catenary*». Поэтому он носит название *катенарный пояс* или *край*. Конструктивно такое усиление заключается в устройстве по краю тента с помощью дополнительных слоев тентового материала карманов или рукавов, в которые протягивается гибкий трос-подбор. Это может быть любой гибкий стержень, стальной трос, канат или шнур из синтетических волокон – *фал*. Усилие его натяжения регулируется *винтовыми стяжками – талрепами* или *амортизационными шнурами*. Особо ответственным силовым элементом пояса является угловой узел крепления. Здесь сходятся силовые тросы, и в этом месте возникает опасная концентрация усилий в тенте, которая может привести к раздиранию ткани. Поэтому углы тентов усиливают специальными *узловыми пластинами*. На рис. 3 приведен пример устройства катенарного пояса, усиления узлов, а также создания натяжения тентового покрытия с помощью талрепов.



Рис. 3. Катенарный пояс и узлы крепления и натяжения тентовой оболочки

Специфика свойств тентовых материалов

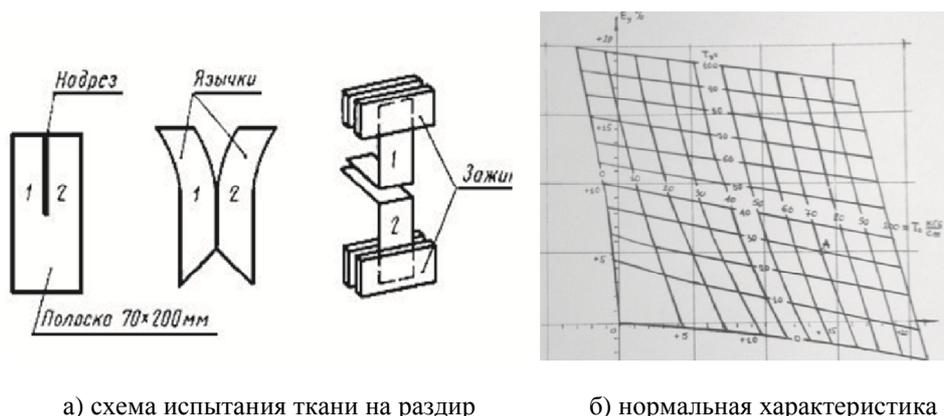
Силовую функцию тентовых материалов выполняют, как правило, технические ткани. Особенностью тканей является их структура или *вид переплетения* нитей [7]. Различают нити двух направлений – продольные, которые называют *нитями основы* и поперечные, с названием *уток*. В тентах в основном применяют ткани полотняного плетения. Нити тканей изготавливают из различных волокон. Например, из полиэстера (*polyester*) – это синтетические волокна на основе полиэтилентерефталата (ПЭТ). Они могут иметь различные фирменные торговые названия: *лавсан*, *дакрон*, *терилен*, *тергаль*, *тревира*, *тетерон*. Изготавливают также ткани из волокон политетрафторэтилена (ПТФЭ). Они носят название *тефлон*. Применяют и ткани из полиамидных волокон – *капрона* и *нейлона*.

Тентовые оболочки являются представителями висячих предварительно напряженных строительных конструкций – «*pre-stress structure*». Они в рабочем состоянии находятся под действием сил двухосного растяжения. Поэтому механические свойства материалов характеризуют не только показателями работы в условиях *одноосного* – «*uniaxial*», но и *двухосного растяжения* – «*biaxial tension*».

Особенностью тканевых материалов является дискретная структура поперечного сечения, вследствие чего в отличие от сплошных материалов величина площади поперечного сечения не является достоверным показателем, относительно которого обычно оцениваются механические характеристики. В связи с этим принято рассматривать силовые характеристики тканей относительно единицы ширины поперечного сечения. Такой подход не позволяет оперировать привычным в механике термином напряжение. Точнее говорить о внутренних усилиях – «*internal forces*».

Тогда *прочность при растяжении* – «*tensile strength*» следует рассматривать как *разрывное усилие*, отнесенное к единице ширины образца. Оно определяется для тканей по ГОСТ 29104.4-91. Для тканей не приемлемо и понятие модуля жесткости. Его правильнее заменить *модулем удлинений*, так как он вычисляется не по напряжениям, а по усилиям и представляет собой тангенс угла наклона касательной к графику одноосного растяжения в координатах усилие-удлинение.

Специфичной характеристикой тканей является *прочность на разрыв* – «*tear strength*», которая представляет собой *раздирающее усилие*, определяемое по ГОСТ 29104.5-91. *Раздир* – вид разрушения тканевых материалов под действием локально приложенной в месте надреза пары противоположно направленных сил. Схема испытаний на раздирание приведена на рис. 4а.



а) схема испытания ткани на раздир

б) нормальная характеристика

Рис. 4. Исследование свойств и характеристик тентовых материалов

Поведение тканей в условиях двухосного растяжения может быть оценено с помощью *Нормальной характеристики*. Это построенные в осях усилий растяжения по основе и утку, две системы кривых соответствующие удлинениям ткани в тех же направлениях. Ее пример приведен на рис. 4б. Впервые идея этой характеристики была предложена немецкими учеными в области дирижаблестроения Р. Гаасом А. Дитциусом еще в 1931 году.

Специфика формообразования тентовых оболочек

Еще одной специфичной характеристикой тентовых материалов является *формообразующая способность*, предложенная и описанная в работе [8]. Она зависит от сдвиговой податливости ткани, а показателем является предельное значение изменения *сетового угла ткани* без образования складок и морщин на поверхности, как показано рис 5. Это уникальное свойство тканей позволяет плоскими полотнищами гладко накрывать криволинейные поверхности внушительных размеров.

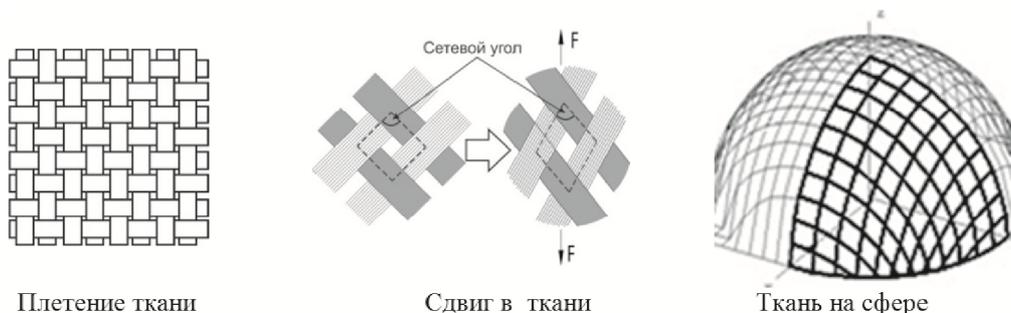


Рис. 5. Схема формообразования ткани за счет изменения сетового угла

Тентовые покрытия относятся к мгновенно-жестким системам. Их форма зависит от внешней нагрузки, сил предварительного напряжения и деформаций материала. В связи с этим, в процессе проектирования приходится решать сложную задачу *поиска равновесной формы* оболочки. Кроме того, форма тентовых покрытий в виде *поверхностей двоякой кривизны* создает большие сложности при их изготовлении из плоских рулонов ткани, так как эти поверхности не разворачиваются на плоскость. Это требует использования специальных методов раскроя – «*cutting patterns*» и применения компьютерных средств расчета и анализа [9, 10]. Известно несколько подходов в решении задачи раскроя. Один из них основывается на построении *семей Чебышева* на поверхности оболочки, определения их границ и последующей развертки на плоскость. Примером применения метода может служить работа [11]. Критерием качества раскроя является отсутствие *складок и морщин* на поверхности тента.

Важными элементами тканевых оболочек являются *швы соединений* – «*joint seams*». В основном в тентах применяются *накладные швы*. Важной проблемой при проектировании является *оптимальная ориентация* швов на поверхности оболочки.

Результаты работы

Основным результатом работы является предлагаемый ниже краткий перечень терминов, используемых в тентовых сооружениях. К ним даны некоторые определения и характеристики. К каждому русскому термину предлагается вариант адекватного англоязычного аналога.

Анкерные конструкции – Anchor Structures. Конструкции для крепления тентовых ограждений к основаниям и фундаментам.

Ванты – Holding Mast Cables. Мачтовые растяжки в виде тросов, канатов или стержней. От морского голландского термина «*Want*» – *растяжка корабельных мачт*.

Двоякой кривизны поверхность – Double Curvature Surface. Ее важнейшим показателем является **Гауссова кривизна** – произведение главных кривизн поверхности. **Кривизна** величина обратная радиусу. Тентовые оболочки, как правило, должны иметь форму поверхности отрицательной гауссовой кривизны.

Защитное покрытие ткани – Protective Coating. Для придания тканям водонепроницаемости и стойкости к атмосферным воздействиям на них разными технологическими приемами наносят защитные пленки из синтетических материалов.

Каркас – Frame (Carcass). От франц. «*carcasse*» – «скелет». Плоская или пространственная стержневая конструкция, поддерживающая ограждение.

Карты плоского раскроя – Patterns Flat-Cutting Maps. Схемы разбивки оболочек на раскройные части или элементы.

Катенарный карман (рукав) – Catenary Poket (Sleeve). Усиленная полость на краю тента, в которой проходит контурный силовой трос или фал.

Катенарный край (пояс) – Catenary Edge (Zone). Криволинейное конструктивное усиление края тентовой оболочки для равномерного перераспределения усилий от сосредоточенного натяжения в узлах.

Конструкция тентовая – Tensile Fabric Structure. Строительная структура из совместно работающих стержневых каркасных элементов и растянутых тентовых оболочек.

Мачта – Mast. Отдельная высокая опорная конструкции, обычно раскрепленная для устойчивости растяжками – вантами.

Модуль удлинения – Modulus of Elongation. Тангенс угла наклона касательной к графику одноосного растяжения ткани в координатах удлинение – усилие.

Мягкая оболочка – Fabric Membrane. Тонкая оболочка из пленочно-тканевых материалов, не имеющая изгибной жесткости, растянутая или закрепленная по контуру.

Навес тентовый – Fabric Awning (Canopy). Укрытие в виде пленочно-тканевого ограждения закрепленного на каркасе.

Накладной шов – Lap Seam. Конструкция шва, в которой один соединяемый элемент накладывается на другой.

Направление швов – Seams Direction (Orientation). При проектировании оболочек важно правильно выбрать направление швов соединения полотнищ ткани. Оно должно учитывать направления основных силовых потоков в оболочке, осей армирования ткани (нитей основы и утка) и не мешать формообразованию.

Нахождение равновесной формы – Form Finding. Определение конечной (деформированной) формы, которую принимает тентовая оболочка, как висячая система, под действие сил предварительного натяжения и внешних нагрузок.

Несущая конструкция – Load-Bearing Structure. Конструкция, воспринимающая нагрузки от ограждения и обеспечивающая стабильность его положения.

Пластина узловая – Node Plate. Усилительная пластина в узле крепления тентовой оболочки к каркасу или анкеру.

Прочность (ткани) при растяжении – Tensile Strength. Разрывное усилие, отнесенное к единице ширины образца.

Прочность (ткани) на разрыв (раздир) – Tear Strength. Усилие при раздирании ткани.

Прошитый шов – Stitched Seam. Соединение тентовых материалов сшиванием ниточными швами.

Раздир(ать) – To tear. Разрушение тканевых материалов под действием локально приложенной в месте надреза или дефекта пары противоположно направленных сил.

Сварной шов – Weld Seam. Способ соединения термопластичных тентовых материалов.

Седловая форма поверхности – Saddle Shape Surface. Одна из основных форм поверхностей отрицательной кривизны в тентовых оболочках.

Сеть Чебышева – Chebyshev Grid. Сети с равносторонними ячейками, условно накладываемые на оболочки для построения раскроя, учитывающего формообразующие свойства тканей за счет трансформации сетевого угла между нитями.

Силовой пояс – Reinforced Zone. Усиленная зона по контуру тентовой оболочки в местах концентрации нагрузок для равномерного перераспределения внутренних усилий.

Складки и морщины – Folds and Wrinkles. Поперечные деформации тентовых оболочек. Их появление указывает на образование зон одноосного растяжения и сжимающих усилий.

Сооружение тентовое – Tensile Textile Structure. Сооружение с ограждениями из мягких пленочно-тканевых оболочек.

Талреп – Turnbuckle. Устройство для натяжения тентов в узлах. Происходит от морского голландского (нидерландского по языку) термина «*talreep*».

Тент – Tent, Cloth, Canvas. Изделие из тентового материала, способное после монтажа и натяжения выполнять функцию ограждающей конструкции.

Тентовый материал – Awning Material. Прочная техническая ткань или сетка, пропитанные или покрытые гидроизоляционными пленками и защитными средствами от вредного воздействия среды.

Тентовое покрытие – Tensile Roofing. Это тентовые предварительно напряженные мембраны, выполняющие роль укрытия, крыши здания или сооружения, любого ограждения защищающего пространство от атмосферных воздействий.

Ткань техническая – Base Fabric. Ткань как силовая основа тентовых материалов обычно имеет полотняное переплетение нитей основы и утка, изготовленных из синтетических волокон. Обладает высокими прочностными характеристиками.

Укрытие – Shelter. Сооружение для защиты людей и техники от воздействий внешней среды или в целях маскировки (из военной терминологии).

Фал – Synthetic Cord. Шнур (канат, веревка) из синтетических волокон. Может быть витым или упакованным в плетеную оболочку.

Формообразующее свойство ткани – Forming Property of Fabric. Способность плоского тканевого полотна гладко накладываться на поверхность двоякой кривизны.

Цепная линия – Catenary. Форма оси подвешенной за концы тяжелой нити.

Шаблоны плоского раскроя – Patterns for Flat Cutting. Готовые чертежи плоского раскроя.

Шатер – Circus Tent, Marquee. Высокое палаточное укрытие пирамидальной формы или конической, в т.ч. с криволинейной образующей.

Выводы

1. В процессе исследования выявилась необходимость дальнейшего расширения перечня терминов и уточнения их определений.

2. Предложенные англоязычные аналоги русских терминов с учетом специфики конструкций, материалов и практики переводов требуют оценки лингвистов.

Список библиографических ссылок

1. Мыскова О. В. Современные тентовые сооружения: архитектура и дизайн. М. : МГУДТ, 2014. 132 с.
2. Блинов Ю. И. Тентовые здания и сооружения. М. : МИСИ, 1991. 48 с.
3. Rajesh Roddar. Global Tensile Structure. URL: <http://www.globaltensilestructure.com/> (дата обращения: 08.10.2017).
4. Общий толковый словарь русского языка. URL: [http:// www.Tolkslovar.ru](http://www.Tolkslovar.ru) (дата обращения: 20.09.2017).
5. Forster B., Mollaert M. European design Guide for tensile surface structures. Leonberg : Germany, 2004. 354 p.
6. Texarch membrane architecture. URL: <http://www.zepelin.sk> (дата обращения: 10.10.2017).
7. Сулейманов А. М., Каюмов Р. А., Мухамедова И. З. Моделирование поведения материала плетеного композита // Математическое моделирование в механике сплошных сред. Методы граничных и конечных элементов : сб. трудов XX междунар. конф. / ВЕМ & FEM-2000. СПб., 2003. С. 249–252.
8. Кудрявцева В. И., Удлер Е. М. Об исследовании формообразующих свойств тентовых материалов // Научное обозрение. 2015. № 19. С. 62.
9. Software for form-finding and cutting pattern membrane structures // Available at <https://www.dlupal.com/> (reference date: 08.10.2017).
10. Wanda J. Lewis. Tension Structures: Form and Behavior. Kent : ICE Publishing, 2017. 210 p.
11. Удлер Е. М. Сеть Чебышева на поверхности сферы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 6. С. 44.

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler41@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Some aspects of tent terminology

Abstract

Problem statement. The purpose of this work was the formation of a set of the most specific Russian terms, definitions and concepts that are often used in the tent construction theme, and the corresponding English analogues. For this purpose, a large number of domestic and foreign publications were analyzed.

Results. The result of the work was a short list of Russian terms in the field of awning structures. To each, an English translation is selected and a brief description of the application or definition of its concept is given. The proposed list includes only the terms that are specific to the field in question.

Conclusions. It is necessary a broad discussion of the proposed list of tent terms by specialists with a view to adjusting and further development. Such work can become the basis for the development of a single terminological standard in this field and will be a useful tool not only in translation of publications, but also in teaching and training of specialists.

Keywords: terms, concepts, definitions, tent constructions, tensile fabric membranes.

References

1. Myskova O. V. Modern awning structures: architecture and design. Moscow: MGUDT, 2014. 132 p.
2. Blinov Yu. I. Awning buildings and structures. M. : MISI, 1991. 48 p.
3. Rajesh Roddar. Global Tensile Structure. URL: <http://www.globaltensilestruture.com/> (reference date: 08.10.2017).
4. Allet Tolkovyi Dictionary of the Russian language. URL: [http:// www.Tolkslovar.ru](http://www.Tolkslovar.ru) (reference date: 20.09.2017).
5. Forster B., Mollaert M. European design Guide for tensile surface structures. Leonberg : Germany, 2004. 354 p.
6. Texarch membrane architecture. URL: <http://www.zepelin.sk> (дата обращения: 10.10.2017).
7. Suleimanov A. M., Kayumov R. A., Mukhamedova I. Z. Simulation of the behavior of the woven composite material // Mathematical modeling in the mechanics of continuous media. Methods of boundary and finite elements: Coll. of works of the XXth international conf. / BEM & FEM-2000. SPb., 2003. P. 249-252
8. Kudryavtseva V. I., Udler E. M. On the study of the forming properties of awning materials // Nauchnoye obozreniye. 2015. № 19. P. 62.
9. Software for form-finding and cutting pattern membrane structures // Available at <https://www.dlupal.com/> (reference date: 08.10.2017).
10. Wanda J. Lewis. Tension Structures: Form and Behavior. Kent : ICE Publishing, 2017. 210 p.
11. Udler E. M. Chebyshev grid on the surface of the sphere // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2014. № 6. P. 44.