

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина
ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА
Кафедра «Строительство»

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Методические рекомендации студентам
по организации самостоятельной работы
(для студентов направления
07.03.01 «Архитектура»
и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды»
всех форм обучения)

Бишкек 2021

УДК 72
ББК 85.11
П 82

Рецензенты:

О.В. Воличенко – д-р архитектуры, проф.,
зав. кафедрой «Дизайн архитектурной среды
и реставрация архитектурного наследия» КРСУ,
А.К. Клишевич – архитектор, архитектурное бюро «Архстройпроект»

Составители:

В.С. Семёнов, Р.Ш. Акбаралиев

Рекомендовано к изданию
кафедрой «Строительство» КРСУ
и Ученым советом факультета Архитектуры, Дизайна и Строительства КРСУ

П 82 Пространственные конструкции покрытий общественных зданий:
метод. рекомендации студентам по организации самостоятельной
работы / сост. В.С. Семёнов, Р.Ш. Акбаралиев. Бишкек: КРСУ,
2021. 40 с.: ил.

ISBN 978-9967-79-802-9

Методические рекомендации содержат материалы по организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплин, связанных с проектированием пространственных конструкций покрытий общественных зданий.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 07.03.01 «Архитектура» и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды». Рекомендации могут быть использованы студентами направления 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения.

УДК 72
ББК 85.11

ISBN 978-9967-79-802-9

© ГОУВПО КРСУ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Организация работы студента по видам учебных занятий	12
1.1. Практические занятия	12
1.2. Самостоятельная внеаудиторная работа	13
1.3. Требования к представлению и рассмотрению (защите) самостоятельных творческих контрольных работ (рефератов, презентаций, макетов, клаузур)	15
2. Примерная тематика практических занятий по дисциплине «Пространственные конструкции общественных зданий»	16
3. Рекомендуемые темы рефератов, презентаций	17
Заключение	18
Литература	19
Приложение 1	20
Приложение 2	29
Приложение 3	32

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с требованиями ФГОС 3++, самостоятельная работа студентов (далее СРС) является обязательным компонентом образовательного процесса в вузе. Самостоятельная работа представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, целью которых является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, получение опыта творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности.

Задачи СРС [1]:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие творческих, исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для подготовки к зачетам, экзаменам и ВКР.

Функции СРС:

- развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);

- ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);
- исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления).

В основе СРС лежат принципы развития творческой деятельности; целевого планирования; личностно-деятельностного подхода.

Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

СРС выполняется как на практических занятиях (при непосредственном участии преподавателя, контактная работа), так и в виде внеаудиторной самостоятельной работы студента, которая может быть выполнена в виде рефератов, презентаций, проектов (клаузур), макетов и др.

Проектная концепция

Как известно, процесс проектирования складывается из двух этапов:

- 1) разработки проектной концепции (эскизного проекта – ЭП);
- 2) проработки рабочего проекта (РП).

Для особо сложных объектов по согласованию с заказчиком проект может быть дополнен специальным разделом, который называется рабочая документация (РД).

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Пространственные конструкции общественных зданий» (далее по тексту ПКОЗ) соответствует этапу разработки проектной концепции.

Проектная концепция – это проектный замысел обобщенной формально-образной модели (вариантов модели) освоения пространства, излагающий идею актуальной, научно-обоснованной задачи и указывающий пути достижения цели.

Проектная концепция, выработанная в процессе предпроектного анализа, может выражаться, во-первых, в текстовой или графической форме (пояснительная записка, клазура), во-вторых,

вербально и визуально (доклад, презентация), и, в-третьих, в виде макетов и др. материальных формах, выражающих основное содержание проектного решения.

При разработке проектной концепции используются известные методы архитектурного анализа: типологический, структурно-морфологический, структурно-функциональный, художественный (композиционный, семантико-семиотический, стилевой) и др. Конструктивный анализ, которому должна научить рассматриваемая дисциплина, соответствует структурно-функциональному архитектурному анализу.

В данном пособии приводятся рекомендации по организации самостоятельной работы (разработке проектной концепции), изложено содержание практических занятий, указаны цели, которые должны быть достигнуты в процессе выполнения работы. В приложениях приведён справочный материал, необходимый для выполнения контрольных работ, а также примеры выполненных самостоятельных проектных работ (клаузур и макетов).

Цель методических рекомендаций – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий, традиционных для архитектурного образования; объяснить критерии оценивания.

Согласно учебному плану направления 07.03.01 Архитектура, в КРСУ на выполнение практических занятий по дисциплине ПКОЗ отводится 38 часов аудиторных занятий и 72 часа на самостоятельную (внеаудиторную) работу. СРС предполагает выполнение индивидуальных отчётных (контрольных) работ по всем темам дисциплины. Контрольные задания максимально ориентированы на решение профессиональных задач выпускников – архитектурное проектирование. Заключительный контроль освоения студентами дисциплины проводится в виде экзамена. Текущий контроль – проверка и защита контрольных заданий, активность на занятиях, инициативность при выборе тем и т. п.

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Пространственные конструкции общественных зданий» относится к модулю общеинженерных дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 07.03.01 «Архитектура».

Целями освоения дисциплины «Пространственные конструкции общественных зданий», являются:

А. Ознакомление студентов:

- с классификацией современных пространственных конструкций общественных зданий из металла, древесины и пластмасс; их конструктивными решениями и технологическими особенностями;
- с архитектурно-конструктивными решениями жестких оболочек;
- с архитектурно-конструктивными решениями систем регулярной структуры;
- с основными объемно-планировочными и конструктивными решениями висячих систем, особенностями технологии их возведения;
- с архитектурно-конструктивными решениями мягких оболочек и трансформируемых покрытий.

Б. Формирование профессионального мышления на основе знания особенностей работы и расчёта современных легких пространственных конструкций покрытий общественных зданий.

В. Приобретение навыков эскизного проектирования современных пространственных конструкций покрытий общественных зданий.

В результате изучения дисциплины у студентов должны быть частично или полностью сформированы следующие компетенции:

ОПК-2. Способен осуществлять комплексный предпроектный анализ и поиск творческого проектного решения.

ОПК-2.1. *Умеет:* собирать исходные данные для проектирования. Участвовать в эскизировании, поиске вариантных проектных решений. Осуществлять поиск, обработку и анализ данных об аналогичных по функциональному назначению, месту

застройки и условиям градостроительного проектирования объектах капитального строительства. Оформлять результаты работ по сбору, обработке и анализу данных, необходимых для разработки архитектурной концепции.

ОПК-2.2. *Знает*: основные виды требований к различным типам зданий, включая социальные, эстетические, функционально-технологические, эргономические и экономические требования. Основные источники получения информации, включая нормативные, методические, справочные и реферативные источники. Методы сбора и анализа данных о социально-культурных условиях района застройки, включая наблюдение, опрос, интервьюирование и анкетирование.

ОПК-2.3. *Владеет*: навыками сбора исходных данных для проектирования; навыками оформления результатов предпроектного анализа, необходимых для разработки архитектурной концепции.

ПК-1. Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурной части разделов проектной документации.

ПК-1.1. *Умеет*: участвовать в обосновании выбора архитектурных решений объекта капитального строительства (в том числе с учетом потребностей лиц с ОВЗ и маломобильных групп граждан). Участвовать в разработке и оформлении проектной документации. Проводить расчет технико-экономических показателей. Использовать средства автоматизации архитектурного проектирования и компьютерного моделирования.

ПК-1.2. *Знает*: требования нормативных документов по архитектурному проектированию, включая условия проектирования безбарьерной среды и нормативы, обеспечивающие создание комфортной среды жизнедеятельности с учетом потребностей лиц с ОВЗ и маломобильных групп граждан. Социальные, градостроительные, историко-культурные, объемно-планировочные, функционально-технологические, конструктивные, композиционно-художественные, эргономические (в том числе учитывающие особенности лиц с ОВЗ и маломобильных групп граждан) требования к различным типам объектов капитального строительства; состав и правила подсчета технико-экономических показателей,

учитываемых при проведении технико-экономических расчетов проектных решений.

ПК-1.3. *Владеет:* методами и приемами объемно-планировочной, функционально-технологической, конструктивной, композиционно-художественной, эргономической разработки архитектурного объекта. Методами и приемами автоматизированного проектирования, основными программными комплексами проектирования, созданием чертежей и моделей архитектурного объекта.

ПК-3. *Способен участвовать в проведении предпроектных исследований и подготовке данных для разработки архитектурного раздела проектной документации.*

ПК-3.1. *Умеет:* участвовать в сводном анализе исходных данных, данных заданий на проектирование объекта капитального строительства, данных задания на разработку архитектурного раздела проектной документации. Осуществлять анализ опыта проектирования, строительства и эксплуатации аналогичных объектов капитального строительства.

ПКО-3.2. *Знает:* требования к основным типам зданий и сооружений, включая требования, определяемые функциональным назначением проектируемого объекта, особенностями участка, необходимости организации безбарьерной среды. Нормативные, справочные, методические, реферативные источники получения информации в архитектурном проектировании; основные методы анализа информации.

ПК-3.3. *Владеет:* методами анализа исходных данных, заданий на проектирование архитектурного объекта, опытом проектирования аналогичных объектов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен *Знать:*

- классификацию современных легких пространственных несущих конструкций покрытий общественных зданий;
- основные типы современных ПКОЗ из металла, древесины и пластмасс;

- архитектурно-конструктивные решения и технологические особенности:
 - а. жестких оболочек;
 - б. систем регулярной структуры;
 - в. висячих систем;
 - г. мягких оболочек и трансформируемых покрытий.

Уметь:

Определить тип ПКЗО, провести анализ конструктивного решения ПКЗО;

- оценить преимущества и недостатки анализируемого конструктивного решения;
- конструировать элементы, узлы и соединения ПКЗО.

Владеть:

- методом конструктивного анализа сложных ПКЗО;
- методами технико-экономической оценки конструктивных решений ПКЗО; технологии их изготовления и монтажа;
- навыками разработки эскизных проектов пространственных конструкций покрытий из металла, древесины и пластмасс.

Повторим: в результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть навыками конструктивного анализа сложных архитектурных объектов с пространственными конструкциями покрытий (основной результат освоения дисциплины). На рисунке 1 показан алгоритм конструктивного анализа пространственных конструкций покрытий.

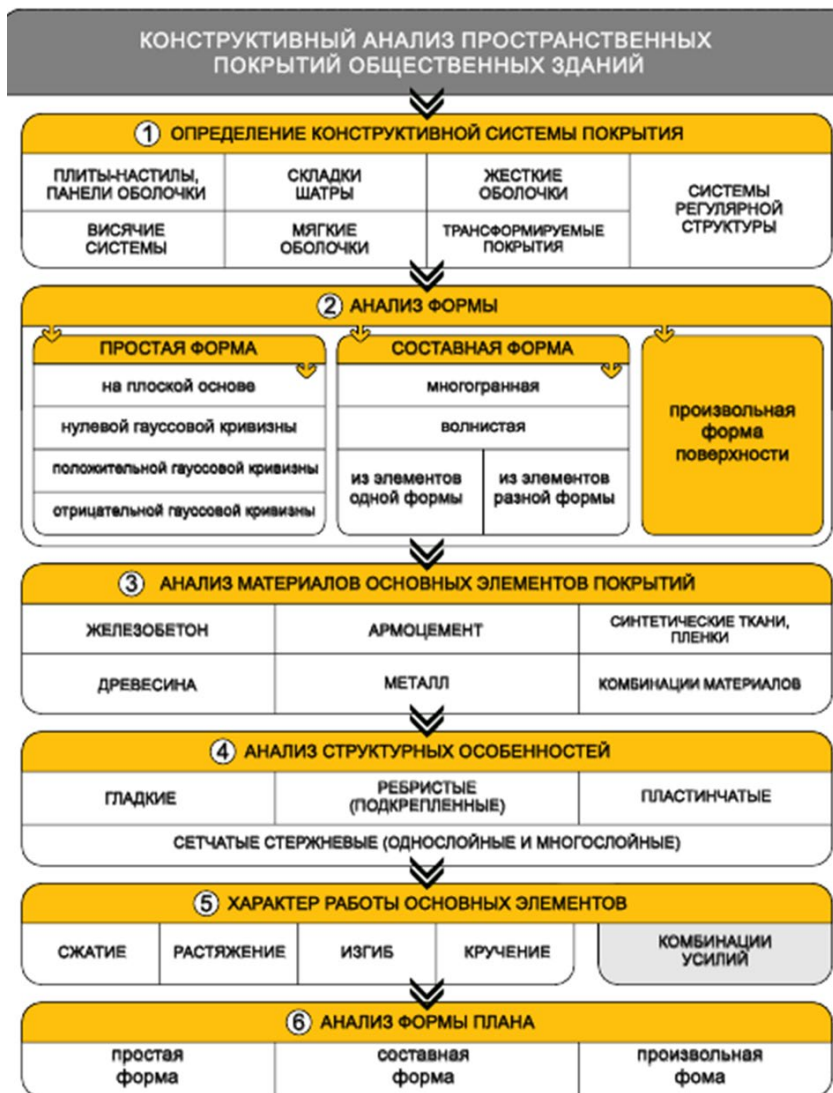


Рис. 1. Основные этапы конструктивного анализа пространственных конструкций покрытий

1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Для правильной организации самостоятельной работы рекомендуется в первую очередь изучить рабочую программу курса. При этом особое внимание надо уделить целям и задачам курса (см. выше), структуре и содержанию дисциплины. Заранее ознакомившись с программой дисциплины, можно лучше сориентироваться в последовательности освоения курса с позиций организации самостоятельной работы.

1.1 Практические занятия (контактная работа с преподавателем в аудитории)

а) Практические занятия проводятся в виде проектной подготовки, результатом которой должны быть эскизные варианты архитектурных объектов с изучаемыми типами пространственных конструкций.

Подготовка студентов к занятию включает:

- заблаговременное ознакомление с планом занятия;
- изучение рекомендованной литературы и конспекта лекций;
- подготовку полных и глубоких ответов по каждому вопросу, выносимому для обсуждения;
- подготовку доклада, реферата по указанию преподавателя;
- освоение своей роли как участника проектной группы (студент-преподаватель);
- заблаговременное решение учебно-профессиональных задач к занятию.

При проведении практического занятия уделяется особое внимание заданиям, предполагающим не только воспроизведение студентами знаний, но и направленных на развитие у них практических умений и навыков, а также творческого мышления, научного мировоззрения, профессиональных представлений и способностей.

Результаты проектных работ на практических занятиях могут быть как законченными, так и быть основой (идеей, замыслом и т. п.) для завершения на самостоятельной внеаудиторной работе.

1.2 Самостоятельная внеаудиторная работа

Самостоятельная внеаудиторная работа по дисциплине оформляется в виде контрольных работ: рефератов, презентаций, макетов или клаузур. Приём контрольных работ призван оперативно установить степень усвоения студентами учебного материала дисциплины и формирования соответствующих компетенций.

Формой отчета о самостоятельной внеаудиторной работе являются:

- авторский макет или клазура общественного здания с пространственной конструкцией покрытия;
- конструктивный анализ объекта (текстовая часть, размещенная на подрамнике макета или на листе клазуры);
- устная защита разработанного объемно-планировочного и конструктивного решения;
- реферат (доклад, презентация).

К выполнению заданий для самостоятельной творческой работы предъявляются следующие требования:

Реферат (доклад, презентация) готовится студентом, как правило, в соответствии с рекомендованной тематикой (см. приложение). При необходимости студент имеет право предложить свою тему и, по решению преподавателя, ответственного за учебную дисциплину, подготовить и защитить реферат. Подготовка и заслушивание материалов направлены на развитие творческих способностей, формирования умений и навыков научного анализа, доклада, работы с учебными, методическими и научными источниками информации, определения умений студента осуществлять самостоятельный научный поиск и анализ, проводить исследовательскую работу. Рассмотрение материалов проводится в начале занятия при предварительном согласовании с преподавателем. В качестве темы могут быть выбраны вопросы, рекомендованные к практическому занятию, а также предложенные студентом (по согласованию с преподавателем) применительно к содержанию учебной дисциплины. Структура реферата: титул (принадлежность к организации, тема, исполнитель, руководитель, год выполнения), оглавление (содержание), введение (цели написания реферата, актуальность работы, цели рассмотрения темы,

объект и предмет, гипотеза, задачи исследования), разделы, главы и параграфы (основное содержание, при этом, если нет необходимости, разделы и главы упускаются), выводы по разделам (главам), заключение (основные выводы по реферату, значимость работы (практическая, если есть, и теоретическая), рекомендации по реализации (использованию, внедрению и т. д.) результатов работы, приложения, использованные источники информации (литература, библиография). Стиль написания реферата должен соответствовать требованиями, предъявляемым к пояснительным запискам выпускной квалификационной работы или курсовой работы. Защита реферата предполагает развитие способностей студента осуществлять научный диспут, аргументировать и отстаивать выдвигаемые им положения.

Макет. Важной частью процесса усвоения дисциплины ПКОЗ, связанной с изучением сложных по форме и конструктивным решениям пространственных конструкций покрытий, является изготовление масштабного макета здания с их применением. Это бывает необходимо для разных целей: во-первых, проверить знания студентами геометрии пространственных форм; во-вторых, оценить навыки конструктивного анализа пространственных конструкций покрытий из разных материалов; в-третьих, выявить умение обосновать и защитить принятое для реализации в макете конструктивное решение.

С технологией изготовления макета и выбором оптимальных путей реализации идеи, студенты хорошо знакомы из предыдущих курсов специальных дисциплин. Но при выполнении макетов по данной дисциплине могут воспользоваться рекомендациями источников, приведенным в списке литературы.

Клаузура – является неотъемлемой частью контроля усвоения материала, а также позволяет оценить творческий подход в решении проектных задач на уровне фор-эскиза. Клаузура – это один из видов учебных упражнений, который отражает признаки проектного эскиза, позволяющий развивать и выявлять творческие способности. Именно этот формат задания отражает навыки творческих замыслов и формирование общей концепции и идеи. Поскольку тема клаузуры объявляется при выдаче задания, она предполагает первичное и свежее видение и восприятие темы.

Набросок клаузуры должен быть максимально информативным и позволяющим раскрыть содержание эскизного проекта. В этом смысле, средства подачи могут быть самые разнообразные и, тем самым, могут подчеркнуть собственный стиль и характер подачи. Клаузура выполняется на формате А-3.

1.3 Требования к представлению и рассмотрению (защите) самостоятельных творческих контрольных работ (рефератов, презентаций, макетов, клаузур)

1. До публичной защиты работы должны пройти рецензирование преподавателем или студентом, которого назначит преподаватель (студент, защищающий работу, может подобрать рецензента самостоятельно).

2. Студент, представляющий работу на рассмотрение, кратко излагает её суть, основное содержание. У слушателей доклада (презентации) должно быть четкое представление об основном содержании работы, поэтому стержень доклада должен проходить между объектом и предметом рассмотрения (исследования). С этой целью должны быть:

- указаны цель работы и цели, достигаемые в результате работы над материалом (то, к чему стремились, работая над темой);
- определены объект (явление, ситуация, процесс и т. д., состояние которого предполагается изменить) и предмет (то, с помощью чего предполагается изменить состояние объекта – методика, технология и т. д.) проектирования (изучения, следования);
- выявлены факторы, условия, влияющие на исследуемую (рассматриваемую) проблему;
- раскрыты основное содержание во взаимосвязи с предметом рассмотрения (исследования);
- предложены рекомендации по решению рассматриваемых проблем (вопросов);
- сделаны выводы по сути работы и рекомендованы к реализации основные положения.

3. Ответы докладчика на вопросы аудитории.

4. Оппонирование работы и оценивание докладчика (выступающего) другими студентами.

5. Подведение итогов преподавателем (преподавателем оцениваются как оппоненты, так и докладчик).

6. Использование иллюстративного материала (слайды, видео или раздаточные материалы для удобства раскрытия сущности излагаемого материала и обеспечения лучшего восприятия информации аудиторией). Параметры оценивания результатов подготовки и защиты – способность раскрыть основное содержание материала за отведенное время.

7. Уровень эрудированности автора защищаемой работы (проекта).

8. Качество оформления.

2. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Практические занятия – метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Цели и задачи практических занятий:

Цели:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения графических и других видов заданий;
- научить их работать с проектной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
- сформировать умение учиться самостоятельно, т. е. овладеть методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Задачи:

1) образовательная – формирование навыков разработки конструктивного решения покрытия здания в виде складки;

2) развивающая – развитие у обучаемых умения обобщать, систематизировать полученные знания;

3) воспитательная – воспитания познавательного интереса обучаемых, коммуникативных качеств, умения слушать, культуры межличностных взаимоотношений, аккуратности в работе, трудолюбия.

Оборудование: чертежные принадлежности, бумага и пр. Ноутбук или планшет.

Темы занятий:

1. Практическое занятие № 1. Разработка конструктивного решения покрытия в виде складки.
2. Практическое занятие № 2. Разработка конструктивного решения покрытия в виде ребристо-кольцевого купола (вариантное проектирование).
3. Практическое занятие № 3. Разработка конструктивного решения покрытия в виде оболочки положительной кривизны.
4. Практическое занятие № 4. Разработка конструктивного решения покрытия в виде системы регулярной структуры (вариантное проектирование).
5. Практическое занятие № 5. Разработка конструктивного решения покрытия в виде висячей оболочки.
6. Практическое занятие № 6. Разработка конструктивного решения покрытия в виде тонколистовой мембраны.
7. Практическое занятие № 7. Разработка конструктивного решения покрытия в виде мягкой оболочки.
8. Практическое занятие № 8. Разработка конструктивного решения трансформируемого покрытия стадиона.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ, ПРЕЗЕНТАЦИЙ

1. Пространственные конструкции в творчестве Нормана Фостера.
2. Пространственные конструкции в творчестве Сантьяго Калатравы.
3. Пространственные конструкции в творчестве Рема Колхаса.
4. Пространственные конструкции в творчестве Заха Хадид.
5. Фрей Отто и его пространственные конструкции.

6. Вернер Собек и его пространственные конструкции.
7. Яков Чернихов и его пространственные конструкции.
8. Тентовые конструкции.
9. Жесткие оболочки.
10. Покрытие зрелищных сооружений.
11. Пневматические конструкции.
12. Кинетические конструкции в современной архитектуре.
13. Вантовые и подвесные конструкции.
14. Висячие покрытия.
15. Мембранные оболочки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержащийся в настоящих рекомендациях материал предназначен для изучения дисциплины «Пространственные конструкции общественных зданий». Однако он может быть полезен студентам направлений «Архитектура», «Дизайн архитектурной среды» и «Строительство» при изучении других дисциплин, связанных с изучением строительных конструкций. Надеемся, что материалы пособия помогут адаптировать полученные знания о пространственных покрытиях для практических проектных задач и лучшего понимания работы этих сложных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические материалы (рекомендации) / Домодедовский филиал автономной некоммерческой организации высшего образования. Российский новый университет; факультет педагогики и психологии; кафедра психолого-педагогического образования. Домодедово, 2018. 44 с.
2. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии, оценки: [учеб.-метод. пособие] / А. В. Меренков, С. В. Куньшиков, Т. И. Гречухина, А. В. Усачева, И. Ю. Вороткова; под общ. ред. Т. И. Гречухиной, А. В. Меренкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 80 с.
3. Семенов В.С. Современные пространственные конструкции: синтез искусства, техники и науки: Учеб. пособие. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2010. 130 с.
4. Архитектура: форма; пространство; композиция / Чинь, Фрэнсис Д.К. / Пер. с англ. Е. Нетесовой. М.: АСТ: Астрель, 2005. 399 с.
5. Пространственные конструкции покрытий: Учебное пособие/ В. И. Колчунов, К. П. Пятикрестовский, Н. В. Ключева. М., Изд-во АСВ, 2008. 158 с.
6. Ласкова М.К. Композиция и макетирование. Методические указания к выполнению формальных проектов / Ласкова М.К. Армавир: 2018. 33 с.
7. Sobek W. Light Works. Publishers for architecture and design. Ludwigsburg, Germany, 2008. 156 p.

Интернет ресурсы:

1. <https://www.pinterest.ru/ssterg249/>
2. <https://spacecad.ru/prostranstvennyie-pokryitiya-konstruk/>
3. www.fosterandpartners.com
4. www.calatrava.com
5. www.zaha-hadid.com
6. <https://www.wernersobek.de/ru/>

Термины и их определения

А. Аналитической геометрии и теории поверхностей

Линия (по Ф.Дк. Чиню) – след (траектория), который оставляет точка при своем движении в пространстве.

Линия (2) – в пространственной аналитической геометрии это пересечение двух поверхностей.

Плоская кривая – траектория движения точки в плоскости (точка движется по касательной к кривой линии, обкатывая эту кривую без скольжения).

Пространственная кривая – кривая двойкой кривизны, кривая, точки которой не лежат в одной плоскости.

Кривизна кривой – угол α (угол смежности) между касательными в двух бесконечно близких точках кривой, отнесенный к длине дуги между этими точками, определяет степень искривленности кривой линии. Центр соприкасающейся окружности называется *центром кривизны кривой* в данной точке, а радиус такой окружности – *радиусом кривизны кривой линии* в данной точке.

Поверхность – понятие «поверхность» определяется различными способами, чаще всего как множество точек, удовлетворяющих некоторым условиям. Например, поверхность шара – множество точек, отстоящих на заданном расстоянии от данной точки. В этом определении понятие «Поверхность» лишь поясняется, а не определяется. Например, говорят, что Поверхность есть граница тела или след движущейся линии. Существует и понятие «Простой поверхности» – как куска плоскости, подвергнутого непрерывным деформациям (растяжениям, сжатиям и изгибаниям).

Кривизна (матем.) – величина, характеризующая отклонение кривой (поверхности) от прямой (плоскости). Отклонение дуги MN кривой L от касательной MP в точке M можно охарактеризовать с помощью т. н. средней кривизны $k_{ср}$ этой дуги, равной отношению величины ее угла между касательными в точках M и N к длине Ds дуги MN .

Главные кривизны – нормальные сечения поверхности, соответствующие двум ортогональным направлениям x_0 и y_0 , про-

ходящим через точку касания называются *главными*, а кривизны этих сечений в точке касания называются *главными кривизнами*.

Гауссова кривизна поверхности – полная или *гауссова кривизна*, одна из мер искривления поверхности в окрестности какой-либо её точки, равная произведению *главных кривизн* – $1/R_1 \cdot 1/R_2 = K$, где R_1 и R_2 максимальный и минимальный радиусы кривизны в рассматриваемой точке. Для плоскости (а также для любой развёртывающейся линейчатой поверхности) она обращается в нуль. Для сферы она постоянна и равна обратной величине квадрата радиуса сферы. В случае поверхности, имеющей вид автомобильной шины (тор), полная кривизна отрицательна в точках, прилегающих к колесу, и положительна в наружных точках. Полная кривизна остаётся неизменной при изгибании поверхности, т. е. при такой её деформации, при которой длины линий на поверхности не изменяются.

Плоскость – поверхность первого порядка.

Б. Архитектуры и строительных конструкций

Б.1 Общие

Свод – пространственная конструкция перекрытия или покрытия сооружений, имеющая геометрическую форму выпуклой криволинейной поверхности. Простейшим и наиболее распространенным является цилиндрический свод, опирающийся на параллельно расположенные опоры (стены, ряды столбов, аркады и т. п.). В поперечном сечении свод представляет собой часть окружности, эллипса, параболы и др. Два цилиндрических свода одинаковой высоты, пересекающиеся под прямым углом, образуют *крестовый свод*. Части цилиндрического свода – лотки, или щёлки, опирающиеся по всему периметру перекрываемого сооружения на стены (или арки, балки), образуют сомкнутый свод. Зеркальный свод отличается от сомкнутого тем, что его верхняя часть (плафон) представляет собой плоскую плиту. Производной от свода конструкцией является купол. Отсечением вертикальными плоскостями частей сферической поверхности купола образуется купольный (парусный) свод. В зависимости от вида кривых их сечений, количества и формой распалубок и пр. различают своды стрельчатые, ползучие, бочарные, сотовые и др. Свод, подобно арке, работает преимущественно на сжатие, передавая на

опоры вертикальные усилия. В некоторых типах сводов возникают также горизонтальные усилия распора.

Купол (итал. cupola – купол, свод, от лат. cupula; уменьшительное от cira – бочка) – пространственное покрытие (свод) здания двойкой кривизны, близкое по форме к полусфере. Формы купола образуются различными выпуклыми кривыми. В куполе обычно возникают как вертикальные сжимающие, так и горизонтальные усилия (распор), которые передаются на поддерживающую его конструкцию или воспринимаются нижним (опорным) кольцом самого купола. Если куполом завершается прямоугольная в плане ячейка здания, переход от квадрата к круглому (или эллиптическому) основанию купола решается с помощью специальных сводов – парусов или тромпов. В зависимости от конструктивного решения пролетной части купола бывают гладкие, ребристые, ребристо-кольцевые, сетчатые и др.

Тектоника – соотношение несущих и несомых частей сооружения, выраженное в пластических формах; художественное выражение закономерностей, присущих конструктивной системе здания.

Тектоника (по А.В. Иконникову) – организация целесообразной и вместе с тем выразительной конструктивной структуры, входящей в число средств формирования образа.

Тектоника (по А.К. Бурову) – пластически разработанная, художественно осмысленная конструкция.

Трансформация (лат. *Transformation*) – 1) преобразование; 2) превращение; 3) изменение.

Форма (лат. *forma*) – наружный вид, внешнее очертание.

Форма (2, по Ф.Д.К. Чинь) – способ расположения и сочетания элементов и частей композиции, составляющих единое целое. Поскольку форма имеет смысл трехмерной объемной фигуры, то контуры служат главным определяющим аспектом формы: это конфигурация, взаимосвязанное расположение линий и очертаний фигуры и формы. Контур – это характерные очертания или конфигурация поверхности определенной формы. Он играет главную роль в восприятии и распознавании.

Функция (1) – практическое назначение здания (или его части).

Функция (2, по А.В. Иконникову) – комплекс задач, решаемых созданием архитектурного объекта, чтобы обеспечить материальные условия для осуществления определенной группы процессов жизнедеятельности и символическое выражение связанных с ним значений – практически ориентирующих, ценностных, историко-культурных, мифологических. Функция определяет цель создания объекта и содержание, которое несет его форма.

Функциональность – соответствие здания (конструкции) его практическому назначению, т. е. функциональному процессу для которого оно предназначено.

Функциональный процесс – процесс деятельности людей (труд, отдых, учеба и пр.), протекающий в предназначенном для него архитектурно организованном пространстве.

Конструктивная система – объект (сооружение), рассматриваемый во взаимосвязи образующих его частей (конструкций).

Конструктивная схема – принципиальное решение основных конструкций здания, их расположение и взаимосвязи.

Конструктивная форма – техническая характеристика, описывающая основные параметры конструкции: её форму (геометрию); принадлежность к определенному классу и т. д.

Несущая способность – максимальная нагрузка, которую могут нести строительные конструкции, их элементы, а также грунты оснований без потери их функциональных качеств.

Несущие конструкции (системы) – конструктивные элементы, воспринимающие основные нагрузки на здания и сооружения (напор ветра, вес снега, находящихся в здании людей, оборудования, давление грунта на подземные части здания и т. п.). По характеру внутренних усилий различают *НК* – работающие на сжатие (колонны, отдельные опоры, фундаменты, стены и др.); работающие преимущественно на изгиб (панели и балки перекрытий, стропильные и мостовые фермы, ригели рам и др.); работающие, в основном, на растяжение (мембраны, ванты, подвески, оттяжки и т. д.).

В зависимости от геометрической формы, несущие конструкции разделяют на: – линейные (балки, колонны, стержневые системы); – плоскостные (плиты, панели, настилы) и пространственные (оболочки, своды, объёмные элементы). Несущие кон-

струкции в совокупности образуют несущий остов здания (сооружения), который должен обеспечивать его пространственную неизменяемость, прочность, жёсткость и устойчивость.

Плоская система – система конструкций, в которой оси симметрии всех элементов и линии действия внешних сил находятся в одной плоскости. В зданиях и сооружениях плоские системы (конструкции), как правило, пространственно связаны между собой. Однако для упрощения инженерных расчётов многие сооружения рассматривают как совокупность отдельных плоских систем. Например, каркас промышленного или общественного здания, представляющий собой пространственную систему, при расчёте заменяют системой плоских рам. Аналогичное расчленение на плоские системы делается при расчёте ферм пролётных строений мостов, подъёмных кранов и т. д.

Пространственная система – система несущих конструкций сооружения (её расчётная схема), характеризующаяся пространственным распределением усилий в её элементах. *ПС* может быть образована из отдельных, соединённых между собой плоских систем. В зависимости от конструктивных особенностей и характера возникающего в *ПС* напряжённого состояния они подразделяются на стержневые, тонкостенные, массивные и комбинированные.

Стержневые пространственные системы – несущие конструкции образуемые из совокупности элементов (стержней), у которых один из размеров (длина) значительно больше двух других. В виде стержневых пространственных систем часто выполняются сооружения башенного типа (башни, опоры линий электропередачи и др.), а также несущие конструкции покрытий и перекрытий, так называемые структурные плиты.

Тонкостенные пространственные системы – образуются из элементов (пластин, оболочек), у которых один из размеров (толщина) значительно меньше двух других. *ТПС* широко используются в технике и строительстве в виде оболочек, сводов, шатров, призматических складчатых систем, листовых конструкций (труб, резервуаров, газгольдеров) и др. Применение тонкостенных *ПС* даёт возможность существенно снизить расход материалов и массу несущих конструкций.

Комбинированные пространственные системы – представляют собой сочетания различных пространственных систем, например стержневых с тонкостенными, тонкостенных с массивными и т. д.

Б.2 Оболочки и складки

Оболочка – тело, ограниченное двумя поверхностями, расстояние между которыми мало по сравнению с остальными его размерами. *Срединная поверхность оболочки* – геометрическое место точек в плите оболочки или складки, равноудаленных от ее наружной и внутренней поверхностей.

Оболочка положительной (отрицательной, нулевой) гауссовой кривизны – оболочка, срединная поверхность которой имеет в каждой точке положительное (отрицательное, нулевое) значение произведения ее главных кривизн.

Складка – оболочка, составленная из пластинок, срединная поверхность которой разворачивается на плоскости.

Складками и шатрами называют конструкции (оболочки) образованные из соединенных между собой и образующих поверхность многогранника пластинок-граней. Складка из прямоугольных пластинок называется призматической. Балочные складки состоят из плоских элементов-граней, соединенных между собой под углом так, что в месте их сопряжения образуется прямолинейное ребро.

Пластинка – тело, ограниченное двумя плоскостями, расстояние между которыми мало по сравнению с другими размерами.

Пологая оболочка – оболочка, у которой угол между касательными плоскостями, проходящими через любые две точки срединной поверхности, достаточно мал.

Тонкая оболочка – оболочка с небольшим по сравнению с единицей отношением толщины к наименьшему радиусу кривизны (или другому характерному размеру).

Гибкая оболочка – оболочка, при расчете которой требуется учитывать изменение первоначальной формы ее поверхности.

Рёбристая оболочка – оболочка, подкреплённая ребрами в одном или нескольких направлениях.

Пневматическая оболочка – оболочка, изготовленная из мягких воздухонепроницаемых материалов, способная восприни-

мать внешние нагрузки за счет создаваемого внутри избыточного давления воздуха (газа).

Мягкая оболочка – тонкая оболочка, способная воспринимать только растягивающие напряжения.

Цилиндрический свод – незамкнутая цилиндрическая оболочка, опирающаяся только по продольным краям.

Свод-оболочка – незамкнутая цилиндрическая оболочка, опирающаяся на поперечные диафрагмы.

Пролет оболочки – один из характерных размеров оболочки в плане. В своде-оболочке – расстояние между опорными краями по образующей; в оболочках вращения – по диаметру опорного края.

Стрела подъема оболочки – наибольшее возвышение срединной поверхности незамкнутой оболочки над плоскостью опорного контура.

Толщина оболочки – расстояние между наружной и внутренней поверхностями оболочки по нормали к срединной поверхности.

Главные радиусы кривизны – в произвольной точке срединной поверхности экстремальные значения радиусов кривизны нормальных сечений.

Б.3 Системы регулярной структуры

Система регулярной структуры – несущая конструкция здания или сооружения, образуемая повторяющимися однотипными ячейками из стержневых или пластинчатых элементов. В зависимости от формы и характера статической работы СРС могут быть выполнены в виде плит, складок, оболочек (сводов, куполов), а также использоваться в качестве элементов комбинированных систем (конструкций).

Система регулярной структуры стержневая – несущая конструкция, образуемая совокупностью соединенных между собой элементов (стержней), у которых один из размеров (длина) значительно больше двух других. В виде стержневых пространственных систем часто выполняются сооружения башенного типа (башни, опоры линий электропередачи и др.), а также несущие конструкции покрытий и перекрытий, так называемые структурные плиты.

Система регулярной структуры пластинчатая – несущая конструкция, образуемая совокупностью соединенных между собой элементов (стержней), у которых один из размеров (длина) значительно больше двух других.

Б.4 Висячие системы

Висячие системы, висячие конструкции (1) – строительные конструкции у которых основные несущие элементы (тросы, кабели, листовые мембраны) испытывают только растягивающие усилия.

Висячая система (2) – распорная система, у которой при основном виде нагружения распор направлен наружу по отношению к перекрываемому пространству.

Висячее покрытие – покрытие (перекрытие), в котором пролетная конструкция, непосредственно несущая нагрузку, представляет собой растянутые стержни, нити или оболочку (висячую систему).

Гибкая нить – стержень, способный сопротивляться только растяжению.

Жесткая нить – стержень, способный сопротивляться изгибу и растяжению.

Ванта – конструктивный элемент (трос, канат и т. д.) расчетной схемой которого может служить гибкая нить

Вантовая система – висячая система, основные несущие элементы которой выполнены из вант.

Несущие ванты – ванты, воспринимающие основную часть внешней положительной нагрузки и усилия предварительного напряжения.

Напрягающие (стабилизирующие) ванты – ванты, назначение которых создавать предварительное напряжение в элементах висячих систем с целью уменьшения их деформативности и восприятия отрицательных нагрузок.

Ванты-подборы – гибкие растянутые элементы опорных конструкций вантовых систем.

Висячая ферма – распорная ферма, у которой при действии вертикальных нагрузок распор направлен наружу по отношению к перекрываемому пролету.

Вантовая ферма – висячая ферма все стержни которой (за исключением опорных ригелей) при действии расчетных нагрузок испытывают только растягивающие усилия.

Вантовая ферма (2) – преднапряженная система, состоящая из двух, соединенных друг с другом гибких поясов.

Затяжка – стержень, шарнирно прикрепленный к конструкции и предназначенный для восприятия распора.

Ортогональная вантовая сеть – вантовая сеть, у которой в каждой элементарной ячейке все углы прямые.

Пологая вантовая сеть – вантовая сеть, у которой угол между касательными плоскостями, проходящими через любые две точки поверхности, достаточно мал.

Тканевая оболочка – вантовая сеть, в которой ванты (нити) расположены непрерывно (вплотную друг к другу).

Мембрана – тонкая гибкая оболочка, способная воспринимать только усилия растяжения (оболочка, изгибающимися моментами в которой можно пренебречь по сравнению с осевыми растягивающими усилиями).

Висячая оболочка – оболочка, у которой основными несущими элементами пролетной части являются нити (ванты) или мембрана.

Оценочные средства контроля усвоения дисциплины

Фонд оценочных средств контроля усвоения дисциплины включает текущий контроль и промежуточную (итоговую) аттестацию.

Текущий контроль: посещаемость; активность; сданные в срок контрольные работы (клаузуры, рефераты, макеты, презентации), необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенции.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в КРСУ. При условии защиты студентом всех выполненных контрольных работ, студент допускается к сдаче Экзамена.

Экзамен проводится в письменной или устной форме, включает подготовку и ответы опрашиваемого на теоретические вопросы, по результатам которых выставляется оценка в баллах, соответствующая качеству и полноте ответов (см. ниже).

Оценка знаний студента по дисциплине осуществляется по балльно-рейтинговой системе. Рейтинг студента по дисциплине определяется как сумма баллов за работу в семестре и включает в себя баллы за текущую аттестацию и баллы, полученные в результате итогового тестирования(экзамена).

Студент допускается к сдаче экзамена при получении рейтинга по промежуточной аттестации 60 и более баллов.

Шкала оценивания ответов студентов на Экзамене:

0–10 баллов – отсутствие ответов на вопрос, или неправильный ответ, показывающие дезориентацию студента в материале курса.

11–20 баллов – частичный ответ на вопрос, показывающий отсутствие системного видения материала.

21–25 баллов – неполный ответ на вопрос, неточность данных, фрагментарное знание вопроса.

30 баллов – полный ответ по всем вопросам билета, демонстрирующий знания терминологии дисциплины.

Контрольные вопросы и задания

Вопросы для проверки уровня ЗНАТЬ:

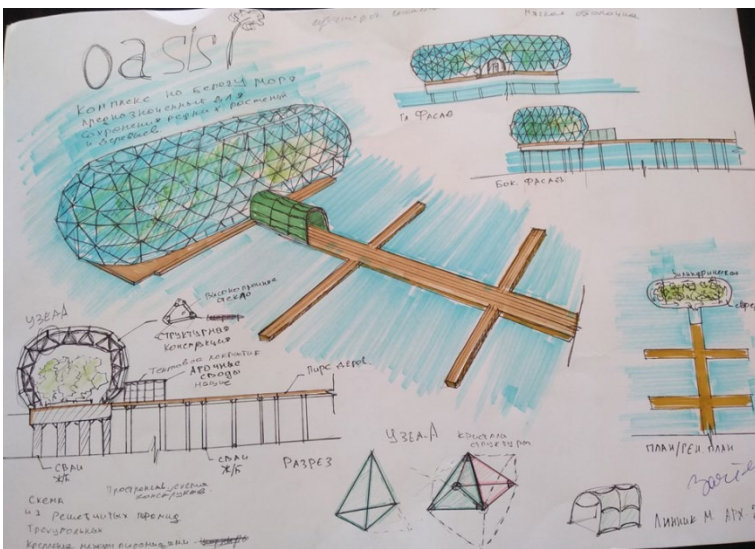
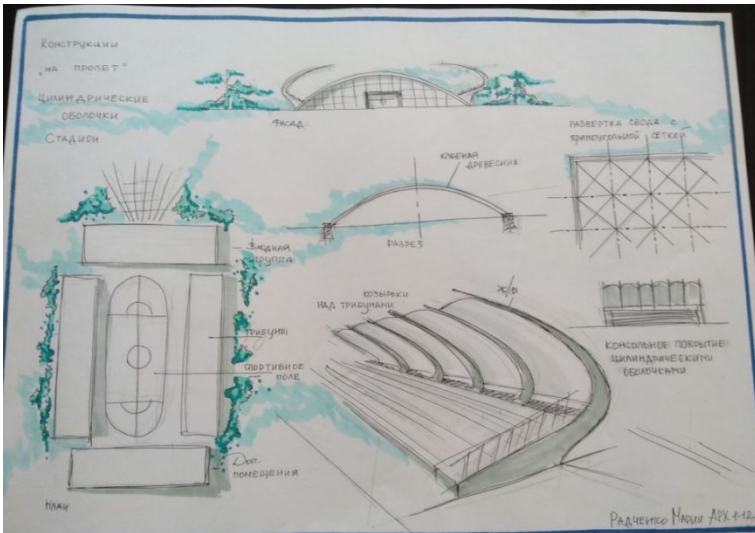
1. Классификация конструктивных элементов ПКЗО.
2. Типы ПКЗО по форме и конструктивному признаку.
3. Типы ПКЗО по материалу и структурным особенностям.
4. Оболочки из металла.
5. Оболочки из древесины.
6. Системы регулярной структуры из металла.
7. Системы регулярной структуры из древесины.
8. Висячие системы. Классификация.
9. Висячие оболочки.
10. Мембранные покрытия.
11. Вантовые покрытия.
12. Мягкие оболочки. Классификация.
13. Пневматические конструкции.
14. Тентовые конструкции.
15. Трансформируемые конструкции покрытий.
16. Комбинированные пространственные конструкции.
17. ПКЗО в современном строительстве.
18. Области эффективного применения ПКЗО.
19. Стержневые СРС.
20. СРС пластинчатые.
21. Подвесные покрытия.
22. Висячие покрытия с жесткими нитями.
23. Комбинированные висячие покрытия.
24. Воздухоопорные оболочки.
25. Воздухонесомые оболочки.

Задания для проверки уровня. УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ:

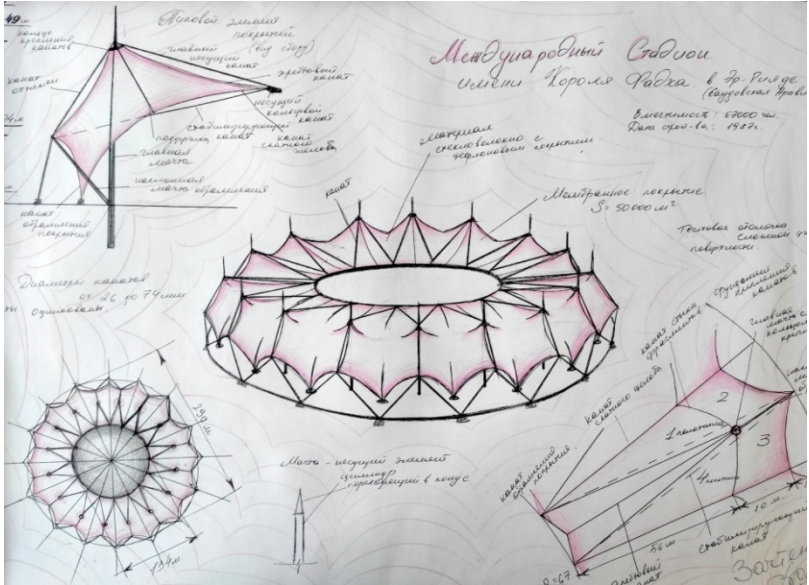
1. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения оболочки из древесины;
2. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения оболочки из металла;
3. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения складчатого покрытия из древесины;

4. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения складчатого покрытия из металла;
5. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде СРС из металла;
6. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде СРС из древесины;
7. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде висячей оболочки;
8. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде СРС из металла;
9. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде мембраны;
10. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде тентовой оболочки;
11. по заданным исходным данным разработать эскизный вариант конструктивного решения покрытия в виде воздухоопорной оболочки;
12. описать конструктивное решение пространственной системы покрытия общественного здания системы «УНИТЕК»;
13. описать конструктивное решение пространственной системы покрытия общественного здания системы «ЦНИИСК»;
14. описать конструктивное решение пространственной системы покрытия системы «МОЛОДЕЧНО»;
15. описать конструктивное решение пространственной системы покрытия Дворца спорта в Бишкеке.

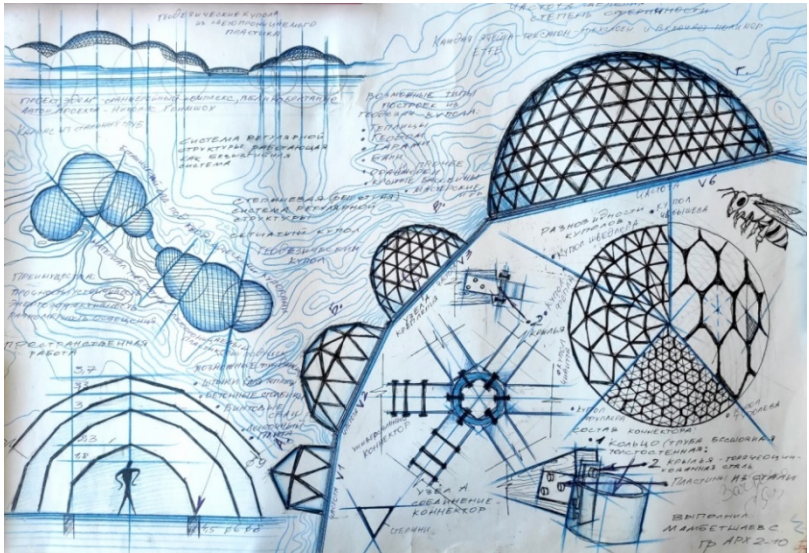
Примеры контрольных работ (клаузур и макетов)



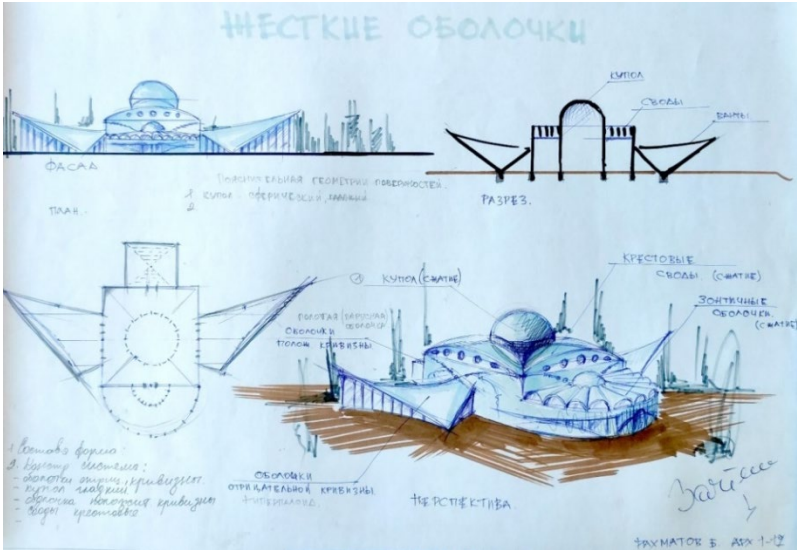
Покрытие стадиона. Сетчатый свод из клееных деревянных элементов. Навес над трибунами стадиона. Цилиндрическая армоцементная оболочка



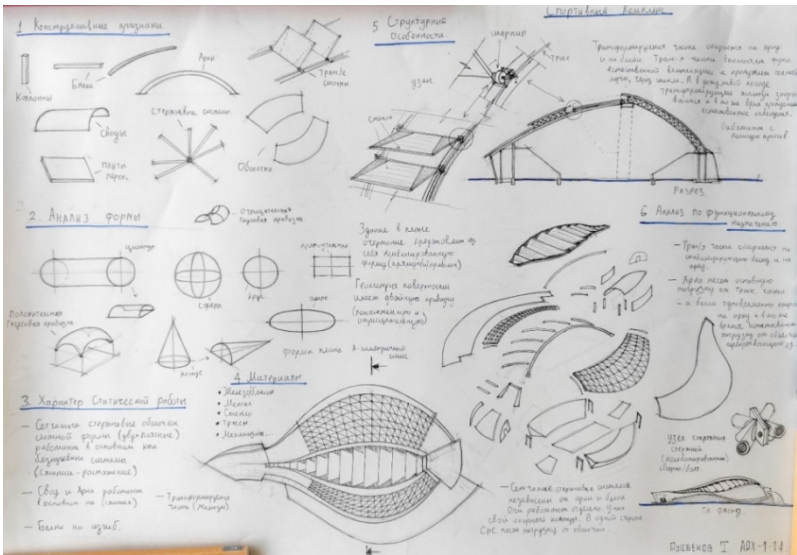
Стадион. Тентовая оболочка покрытия



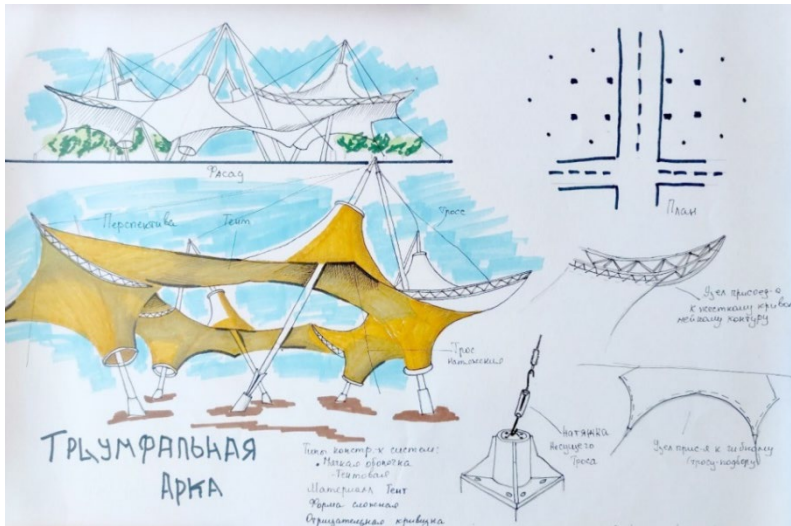
Ботанический сад. Покрытие – системы регулярной структуры



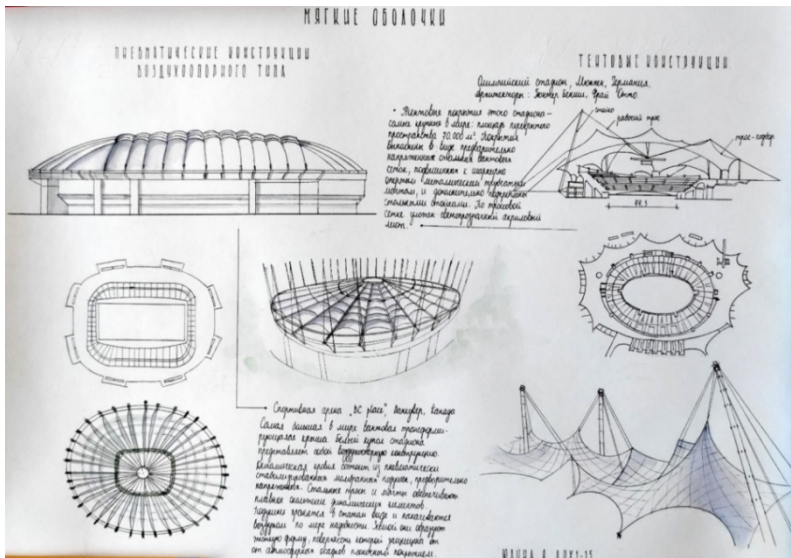
Общественный центр. Покрытие – жесткие оболочки разной формы поверхности



Спортивный комплекс.
Комбинированная (трансформируемая) конструкция покрытия

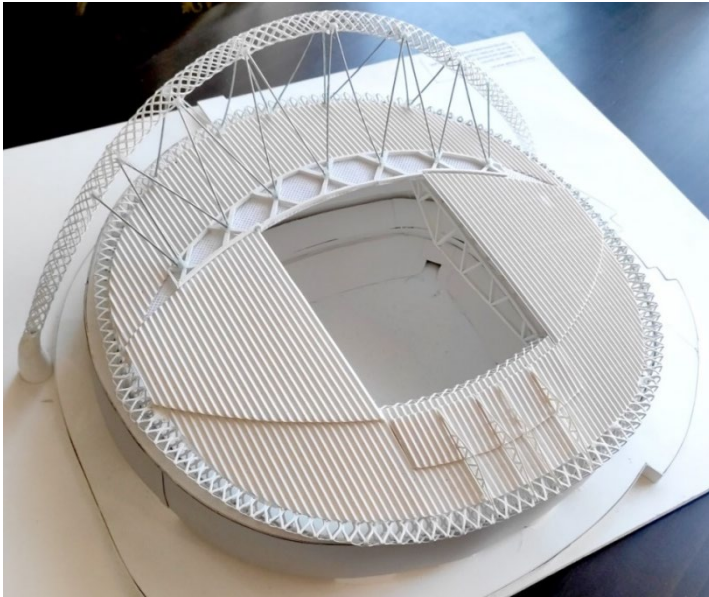
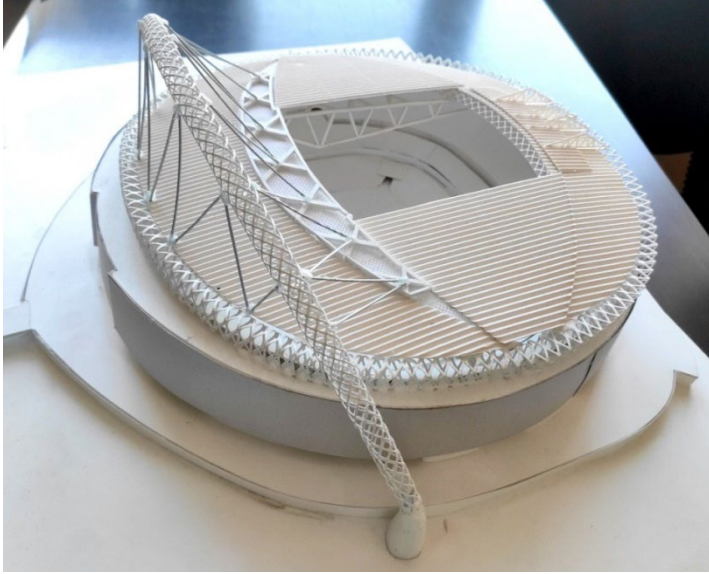


А.

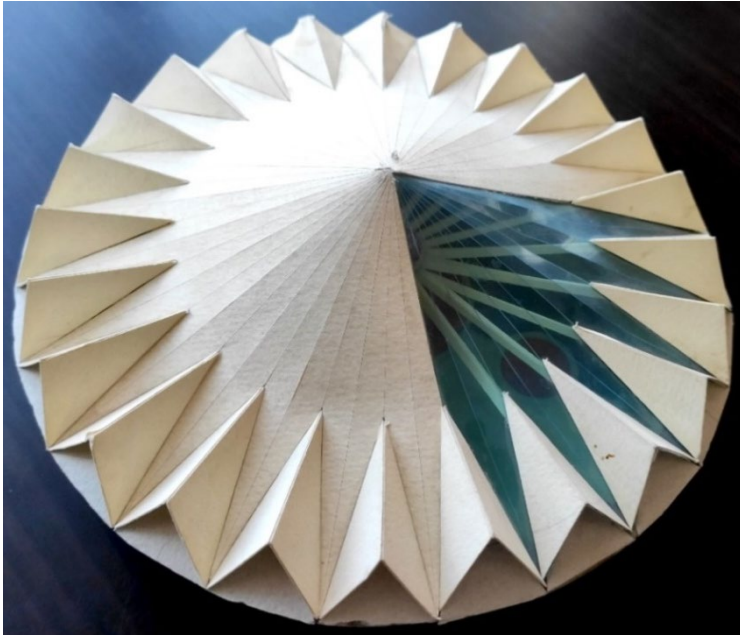


А. Подвесное покрытие стадиона. Вантовые фермы и пневматические оболочки
 Б. Подвесное покрытие олимпийского стадиона.
 Тентовая оболочка сложной формы

35



Подвесное покрытие стадиона с трансформируемой центральной частью



Висячее, купольно-складчатое покрытие стадиона. Составная форма
Подвесная тентовая оболочка сложной формы поверхности

Составители:
Владимир Сергеевич Семёнов,
Рустамжон Шералиевич Акбаралиев

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ
ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Методические рекомендации студентам
по организации самостоятельной работы
(для студентов направления
07.03.01 «Архитектура»
и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды»
всех форм обучения)

Редактор *Е. С. Свиридова*
Компьютерная верстка – *Э. А. Галяутдинова*

Подписано в печать 02.04.2021.
Формат 60x84¹/₁₆. Офсетная печать.
Объем 2,5 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 121

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, д. 2а

