Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

Департамент строительства

Методические рекомендации для подготовки к универсиаде по направлению «Строительство»

Универсиада по направлению «**Строительство**» проводится по следующим базовым учебным дисциплинам, соответствующие направлению подготовки «Строительство»: Основания и фундаменты (Геотехника); Архитектура, Железобетонные конструкции; Металлические конструкции; Технологические процессы в строительстве и основы организации в строительстве

Универсиада проводится в **два этапа**:

− Отборочный этап;

− Заключительный этап.

1 ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

проводится в формате теста, с вопросами по базовым дисциплинам направления (см. ниже):

1.1Основания и фундаменты (геотехника):

1. Состав и строение грунтов, и взаимодействие компонентов грунта. Классификационные показатели грунтов. Связь физических и механических характеристик грунтов.
2. Деформируемость грунтов. Водопроницаемость грунтов. Прочность грунтов. Полевые и лабораторные методы определения характеристик прочности и деформируемости грунтов. Определение расчетных характеристик грунтов.
3. Определение напряжений по подошве фундаментов. Определение напряжений в грунтовом массиве от действия местной нагрузки на его поверхности. Определение напряжений в массиве грунтов от действия собственного веса.
4. Критические нагрузки на грунты основания. Устойчивость откосов и склонов. Давление грунтов на ограждающие конструкции. Практические способы расчёта несущей способности и устойчивости оснований.
5. Теоретические основы расчёта осадок оснований фундаментов. Практические методы расчёта конечных деформаций оснований фундаментов. Практические методы расчёта осадок оснований во времени.
6. Факторы, определяющие выбор типа оснований и фундаментов. Влияние геологических и гидрологических условий. Зависимость типа оснований и фундаментов от назначения размеров, типа конструкции зданий и сооружений. Учет величины, направления, характера нагрузки на фундамент. Роль условий производства работ.
7. Данные необходимые для проектирования фундаментов. Выбор глубины заложения фундаментов. Определение размеров подошвы фундаментов. Конструктивные формы фундаментов. Ленточные фундаменты под колонны. Механическое взаимодействие фундамента и грунтового основания. Расчетные схемы по гипотезе коэффициента постели и по модели упругого полупространства, используемые для определения внутренних усилий в теле железобетонных фундаментов. Расчет фундамента на продавливание.

8. Виды свайных фундаментов и условия их применения. Конструкции свай. Свай-стойки. Висячие сваи. Определение несущей способности одиночной висячей сваи. Проектирование свайного фундамента, испытывающего вертикальную и горизонтальную нагрузки и момент. Определение усилий в вертикальных и наклонных сваях. Работа свай на выдергивание.

9. Современные методы расчета осадок. Определение крена фундаментов.

10. Фундаменты при сейсмических воздействиях. Фундаменты под машины с динамическими нагрузками. Основные требования к проектированию. Расчет массивных фундаментов под машины периодического и ударного действия.

11. Оформление проектных решений фундаментов зданий и сооружений в соответствии с действующими нормами, в том числе с использованием современных средств автоматизации проектирования. Формирование информационных моделей оснований и фундаментов с использованием BIM-технологий.

1.2 Металлические конструкции:

1. Классификация и область применения металлических конструкций. Достоинства и недостатки.

2. Механические, физические, технологические, эксплуатационные свойства стали. Химический состав строительной стали. Структура стали. Фазовые преобразования.

3. Структура основного сортамента стального проката, используемого для производства строительных металлоконструкций.

4. Метод расчета металлических конструкций по предельным состояниям (первая и вторая группа предельных состояний, характеристики прочности).

5. Расчет элементов на центральное растяжение и сжатие.

6. Расчет изгибаемых элементов.

7. Соединения металлических конструкций: сварные соединения, болтовые соединения.

8. Типы балок и их статические схемы. Расчет сечения прокатных и составных сварных балок. Понятие об устойчивости стальных балок.

9. Расчет и конструирование колонн. Центрально-сжатые колонны. Внецентренно-сжатые (сжато-изгибаемые) колонны. Колонны сплошного и сквозного сечения.

10. Узлы и стыки элементов стальных конструкций: сопряжение балок, узлы опирания балок на колонны, монтажные узлы балок, монтажные узлы стыков колонн, базы колонн.

11. Компоновка и схема каркаса балочной площадки (типы балочных площадок).

12. Каркасы многоэтажных зданий (рамный, связевой, рамно-связевой каркас).

13. Оформление проектных решений стальных конструкций зданий и сооружений в соответствии с действующими нормами, в том числе с использованием современных средств автоматизации проектирования. Формирование информационных моделей металлических конструкций с использованием BIM-технологий.

1.3 Железобетонные конструкции:

1. Особенности бетона, арматуры и железобетона как материалов для железобетонных конструкций. Области применения. Достоинства и недостатки.
2. Классификация бетонов по отдельным признакам – структуре, объемной массе, видам заполнителей и др. Бетоны для несущих и ограждающих конструкций.
3. Прочность бетона. Влияние структуры бетона на его прочность и деформативность. Усадка и набухание бетона. Физические основы прочности бетона. Характер разрушения. Влияние времени и условий твердения. Классы бетона по прочности на сжатие, растяжение. Марки бетона по морозостойкости, по водонепроницаемости.
4. Объемные температурно-влажностные деформации бетона. Деформации, вызванные усадкой бетона, изменением температуры. Силовые деформации бетона при кратковременном, длительном и многократно повторном нагружениях. Ползучесть бетона (линейная, нелинейная). Релаксация напряжений в бетоне. Модуль деформации бетона.
5. Назначение и виды арматуры. Классы арматуры. Механические свойства арматурных сталей. Диаграммы деформирования сталей. Предел упругости и текучести (физический и условный). Модуль упругости. Свойства арматурных сталей: пластичность, свариваемость, хладноломкость, релаксация напряжений, усталостное разрушение, динамическое упрочнение. Влияние высокотемпературного нагрева. Арматура для ненапряженных железобетонных и каменных конструкций: рекомендуемые виды арматуры; арматурные изделия, технологические требования к арматурным изделиям; стыки арматуры; защитные слои; закладные детали. Арматура для напряженных железобетонных конструкций, рекомендуемые классы, защитные слои. Специальные виды армирования: жесткая арматура, профнастил, неметаллическая арматура, технико-экономические рекомендации по применению арматуры в различных конструкциях.
6. Сцепление арматуры с бетоном. Условия совместной работы бетона и арматуры. Усадка и ползучесть железобетона. Особенности заводского производства и технологические схемы. Сущность предварительно напряженного железобетона. Способы создания предварительного напряжения. Потери предварительного напряжения в арматуре и способы ее натяжения. Анкеровка арматуры в бетоне. Конструкции анкеров напрягаемой арматуры. Новые виды железобетона.
7. Значение экспериментальных исследований в развитии теории железобетона. Три стадии напряженно-деформированного состояния сечений

железобетонных элементов под нагрузкой и характер разрушения при растяжении, изгибе, внецентренном сжатии, кручении. Процесс образования и раскрытия трещин в растянутых зонах. Влияние предварительного напряжения (начальные напряжения, предельные напряжения в бетоне при обжатии, предельные напряжения в арматуре при натяжении). Методы расчета конструкций по допускаемым напряжениям и по разрушающим нагрузкам.

8. Метод расчета железобетонных элементов по предельным состояниям. Две группы предельных состояний. Расчетные факторы: нагрузки и механические характеристики бетона и арматуры, определяемые с учетом их статистической изменчивости. Классификация нагрузок по времени действия. Нормативные и расчетные нагрузки. Сочетания нагрузок. Снижение нагрузок. Коэффициенты надежности по степени ответственности, по нагрузке, по материалам. Нормативные сопротивления материалов, устанавливаемые с учетом нормированной обеспеченности. Коэффициенты условий работы материалов.

9. Общий случай расчета железобетонных элементов по прочности нормальных сечений. Разрушение по растянутой зоне – случай 1, разрушение по сжатой зоне – случай 2. Граничное значение высоты сжатой зоны бетона. Условие прочности нормальных сечений. Расчетные зависимости. Принципы расчета стержневых элементов по прочности при прямом учете неупругих свойств бетона и высокопрочной арматуры.

10. Общие сведения об изгибаемых элементах. Конструктивные требования к армированию балок и плит. Особенности конструирования предварительно напряженных изгибаемых элементов. Экспериментальные данные о характере разрушения изгибаемых элементов по нормальным и наклонным сечениям.

11. Схемы внутренних усилий в сечениях. Предпосылки расчета. Расчет по прочности изгибаемых бетонных элементов. Расчет по прочности нормальных сечений прямоугольных, тавровых (двутавровых) железобетонных элементов с одиночной и двойной арматурой. Процент армирования.

12. Расчет по прочности наклонных сечений: на действие поперечных сил по сжатой полосе между наклонными трещинами; по наклонной трещине; на действие изгибающего момента по наклонной трещине.

13. Конструирование сжатых элементов. Учет случайных эксцентриситетов, влияние длительно действующей части нагрузки. Расчет внецентренно сжатых бетонных элементов по прочности. Учет продольного изгиба. Расчет по прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов. Учет косвенного армирования. Сжатые элементы с жесткой арматурой.

14. Особенности конструирования растянутых элементов. Расчет прочности центрально и внецентренно растянутых железобетонных элементов.

15. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин. Центрально-растянутые, изгибаемые, внецентренно сжатые, внецентренно

растянутые элементы. Определение момента образования трещин по способу ядровых моментов. Расчет железобетонных элементов по раскрытию нормальных трещин. Предельная ширина раскрытия трещин из условия сохранности арматуры и ограничения проницаемости железобетонных конструкций. Схема учета нагрузок.

16. Кривизна оси и жесткость изгибаемых и внецентренно загруженных элементов на участках без трещин в растянутых зонах. Кривизна оси и жесткость элементов на участках с трещинами в растянутой зоне. Учет влияния предварительного напряжения и длительного действия нагрузки. Прогиб элементов. Предельные деформации конструкций.

17. Классификация плоских перекрытий. Конструктивные решения сборных балочных перекрытий. Типы сборных плит перекрытий: сплошные, пустотные, ребристые. Расчет и конструирование. Принципы расчета сборных плит на монтажные и транспортные нагрузки.

18. Общие принципы компоновки и обеспечения пространственной устойчивости многоэтажных зданий. Конструктивные решения. Расчет и конструирование сборных ригелей. Учет неупругого деформирования статически неопределимых железобетонных конструкций. Эпюра материалов: назначение, принципы построения. Конструктивные решения стыков ригелей с колоннами. Принципы расчета.

19. Конструктивные решения. Расчет и конструирование балочных перекрытий с плитами, работающими по различным схемам. Метод предельного равновесия при расчете перекрытий. Конструирование элементов перекрытий.

20. Конструктивные схемы сборных безбалочных перекрытий. Принципы расчета и конструирования. Конструктивные схемы монолитных безбалочных перекрытий. Принципы расчета и армирования.

21. Конструктивные решения сборных колонн рамного и связевого каркасов. Назначение формы и размеров поперечного сечения. Расчет и конструирование колонн. Стыки колонн. Особенности конструирования монолитных колонн. Конструктивные решения сборных диафрагм и монолитных ядер жесткости. Глухие и проемные диафрагмы. Расчет диафрагм по прочности. Конструирование диафрагм. Расчет по прочности и конструирование внутренних несущих стен крупнопанельных зданий. Стыки несущих стен.

22. Классификация железобетонных фундаментов. Расчет и конструирование центрально нагруженных фундаментов под колонны. Сведения о ленточных и плиточных фундаментах.

23. Конструктивные схемы одноэтажных каркасных производственных зданий из сборного железобетона. Обеспечение пространственной жесткости несущей системы. Система связей. Состав каркаса: поперечные и продольные рамы, диск покрытия.

24. Типы колонн одноэтажных производственных зданий. Расчет и конструирование сплошных колонн. Особенности расчета и конструирования двухуветвевых колонн.

25. Конструктивные решения фундаментов под внецентренно нагруженные колонны. Расчет и конструирование. Особенности расчета фундаментов под двухветвевые колонны одноэтажных производственных зданий.

26. Железобетонные плиты покрытий одноэтажных производственных зданий для конструктивных решений со стропильными конструкциями и с плитами «на пролет». Особенности конструктивных решений, расчета и конструирования. Технико-экономические показатели конструктивных решений.

27. Классификация железобетонных стропильных ферм. Особенности статического расчета и конструирования элементов и узлов ферм.

28. Типы стропильных балок. Принципы расчета и конструирования. Особенности расчета двускатных стропильных балок.

29. Типы стропильных арок. Принципы расчета и конструирования. Принципы выбора типа стропильных конструкций для одноэтажных производственных зданий.

30. Конструктивные решения одноэтажных производственных зданий с подстропильными конструкциями. Виды подстропильных конструкций. Принципы расчета и конструирования. Конструктивные решения подкрановых балок для одноэтажных производственных зданий с мостовыми кранами. Принципы расчета и конструирования. Особенности расчета подкрановых балок на выносливость.

31. Оформление проектных решений железобетонных конструкций зданий и сооружений в соответствии с действующими нормами, в том числе с использованием современных средств автоматизации проектирования. Формирование информационных моделей железобетонных конструкций с использованием BIM-технологий.

1.4 Технологические процессы в строительстве:

32. Строительные процессы. Параметры строительных процессов. Технические средства строительных процессов, трудовые ресурсы. Нормирование.

33. Задачи и структура технологического проектирования. Вариантное проектирование строительных процессов. Технологические карты. Структура и содержание технологических карт.

34. Технология работ подготовительного периода по расчистке территории, организации поверхностного водоотвода, водопонижения и т.д.

35. Схемы возведения подземных частей зданий и сооружений. Механические способы разработки грунта. Переработка грунта гидромеханическим способом. Особенности разработки грунта в зимних условиях. Закрепление грунтов. Устройство свайных фундаментов. Способы погружения готовых и устройства набивных свай. Техника безопасности при производстве земляных и свайных работ. Контроль качества выполнения процессов.

36. Процессы каменной кладки; область применения; виды кладки, системы перевязки.

37. Состав комплексного процесса устройства монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Производство опалубочных, арматурных работ. Бетонирование конструкций.

38. Процессы монтажа железобетонных, металлических строительных конструкций, конструкций из древесины. Контроль качества производства работ.

39. Технологии возведения одноэтажных промышленных зданий из сборных стальных и железобетонных элементов.

40. Технологии возведения многоэтажных каркасных зданий из сборных стальных и железобетонных элементов

41. Технологии возведения крупнопанельных зданий из сборных элементов.

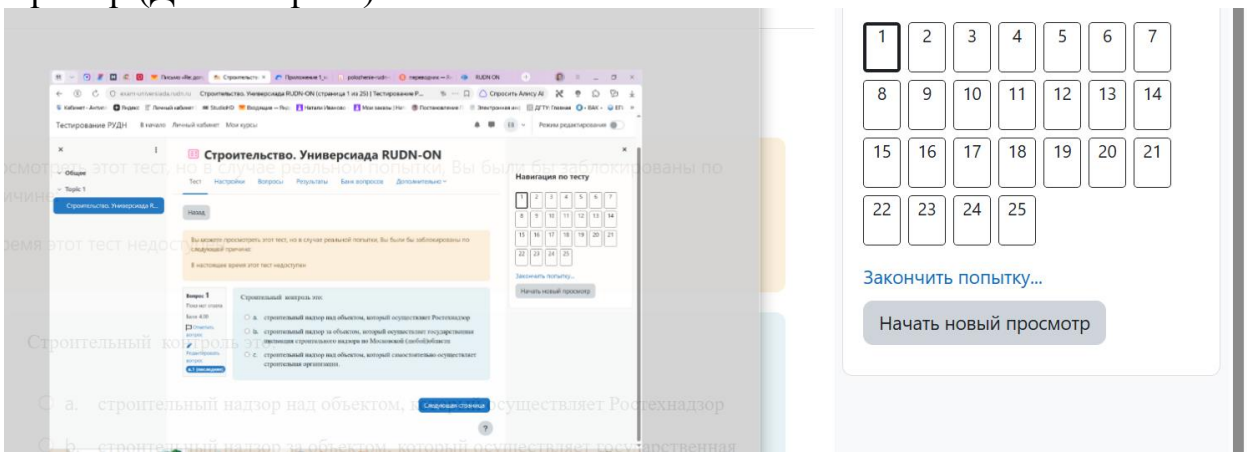
42. Особенности технологий возведения зданий в стесненных условиях.

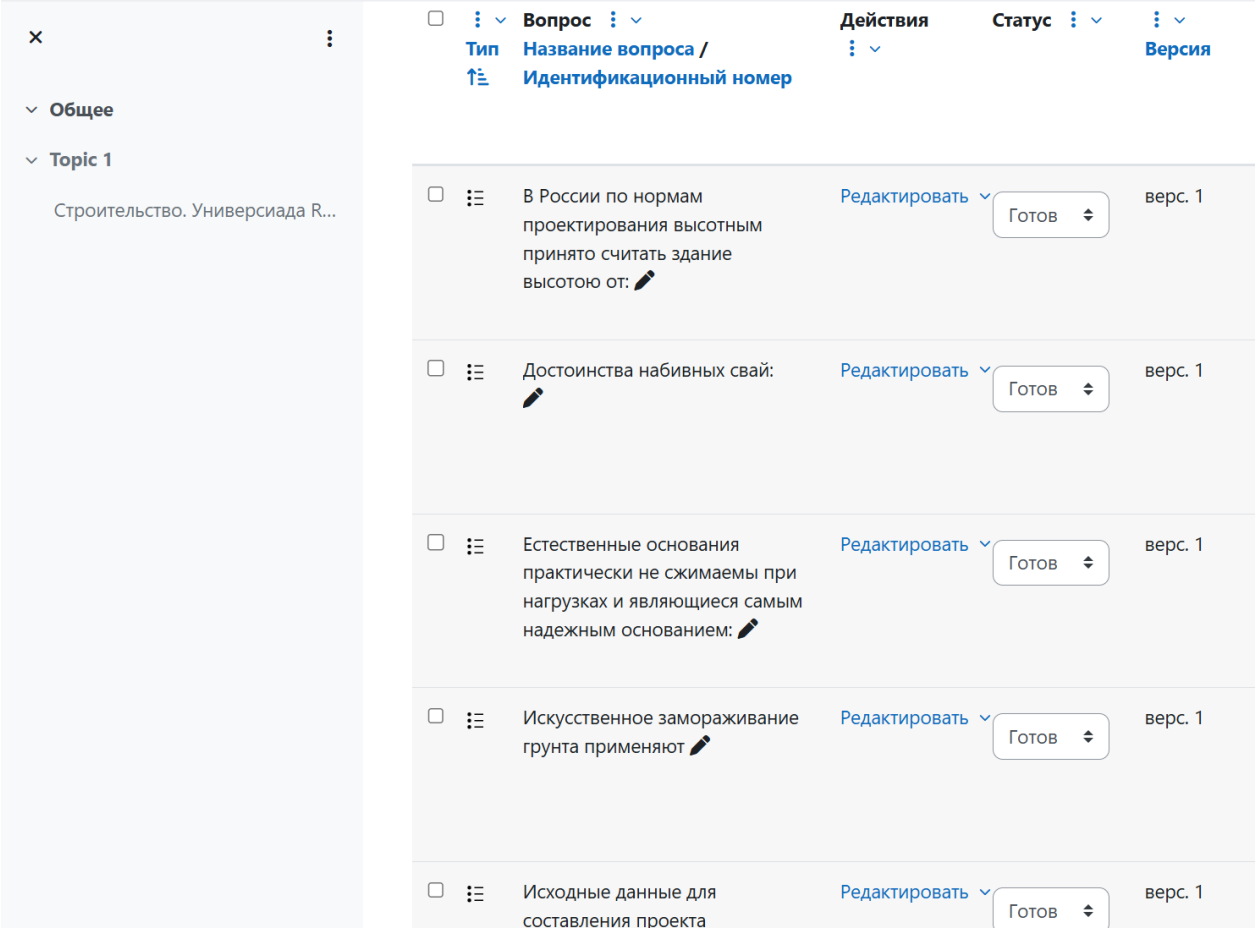
43. Назначение и сущность защитных покрытий. Классификация защитных покрытий. Технологии устройства кровельных покрытий, гидроизоляционных покрытий. Производство теплоизоляционных работ. Виды теплоизоляции. Работы по устройству звукоизоляции.

44. Общая методика организации производственных процессов на объекте. Анализ различных вариантов организации строительных процессов. Увязка этапов производственных процессов.

45. Оформление технологических решений в соответствии с действующими нормами, в том числе с использованием современных средств автоматизации проектирования.

Пример (Демо- версия)





2 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Проводится в формате защиты подготовленной презентации.

В ходе защиты должны быть представлены принятые конструктивные и организационно-технологические решения с их обоснованием. Продемонстрировано умение оформлять принятые решения с помощью средств автоматизированного проектирования, в т.ч. с использованием BIM технологии.

Работа должны быть выполнена в рамках действующих в РФ технических регламентов, сводов правил, стандартов и др. нормативных и правовых документов.

Ориентировочное время на доклад – 10 мин. Время, отводимое на ответы на вопросы - 5 мин.

СОСТАВ ЗАДАНИЯ:

Тема «Дом моей мечты: Интеграция современных технологий и материалов»

Разработка архитектурно-конструктивного проекта индивидуального жилого дома, где концепция («мечта») неразрывно связана с применением инновационных строительных решений.

Цель задания:

Синтезировать творческие амбиции студента с жесткими рамками строительных стандартов. Научиться переводить философскую концепцию идеального жилья в рабочие чертежи, спецификации материалов и сметные расчеты.

Научить студентов обосновывать применение передовых технологий не ради моды, а для решения конкретных задач: повышения энергоэффективности, сокращения сроков строительства (индустриализация), улучшения микроклимата и долговечности здания.

Вводные данные

- **Локация:** Реальный земельный участок в РФ (выбор студента).
- **Бюджет конструктива:** Средний+ (позволяет использовать технологии дороже базовых, но исключает золото и редкоземельные металлы).
- **Главное условие:** Любой эстетический прием (панорамное остекление, консольный вылет второго этажа) должен быть подтвержден расчетом или спецификацией современного материала.

Состав проектной документации

Том 1. Архитектурная философия и BIM-модель

1. **Концепт-бук.** Описание образа жизни. Как современные технологии меняют быт? (Например: отсутствие классического гаража благодаря электромобилю с зарядкой от солнечных панелей на крыше; отказ от отдельной кухни в пользу роботизированной зоны приготовления пищи).
2. **Информационная модель (BIM).** Создание базовой модели в ПО (*Renga*, *Revit*). Извлечение ведомости объемов работ. Обязательное

использование плагинов для расчета инсоляции и предварительной оценки энергопотребления.

1. **Генеральный план (СПОЗУ).** Привязка дома к границам участка с учетом:Нормативных отступов от красных линий (не менее 5 м) и соседей (не менее 3 м).
2. Розы ветров и инсоляции (размещение окон гостиной на юг/юго-запад).
3. Трассировки наружных сетей и въездных путей.

3. **Планы этажей.** Экспликация помещений. Обязательное наличие: тамбура (для российского климата), котельной с отдельным входом и окном, гардеробных, постирочной.
4. **Фасады.** Цветовое решение отделочных материалов. Детальная проработка карнизов, цоколя и оконных обрамлений.
5. **Разрезы.** Продольный и поперечный разрезы здания с указанием отметок чистых полов (+0,000), потолков, конька кровли и высот подоконников.
6. **План кровли.** Уклоны, водосточная система, расположение дымоходов и вентшахт.

Том 2. Конструктивные решения (High-Tech)

Вместо стандартных описаний — сравнительный анализ и выбор инноваций:

1. **Фундамент и нулевой цикл:**
   - *Вариант:* УШП (Утепленная шведская плита) со встроенной системой жидкостного теплого пола и закладными под коммуникации.
   - *Материал:* Применение L-образных плит экструзионного пенополистирола высокой прочности (XPS) для исключения мостиков холода по периметру.
2. **Несущий каркас:**
   - *Выбор 1 (Дерево):* Использование CLT-панелей (Cross Laminated Timber) заводского изготовления. Обоснование скорости сборки (монтаж коробки за 5 дней) и экологичности.
   - *Выбор 2 (Железобетон):* Технология несъемной опалубки из щепоцементных блоков (Velox) или пеностеклоблоков. Стена сразу является утепленной и готовой к отделке.
   - *Выбор 3 (Сталь):* Каркас из ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции) с перекрестным утеплением базальтовой ватой.
3. **Ограждающие конструкции и фасад:**
   - Отказ от облицовочного кирпича в пользу крупноформатного керамогранита (система скрытого крепления через пропилы в плите) или фибробетонных панелей, напечатанных на 3D-принтере под фактуру дерева/камня.

    - Применение «дышащих» мембран нового поколения с переменной паропроницаемостью (адаптируются к влажности внутри стены).
4. **Остекление:**
    - Двухкамерные стеклопакеты с заполнением аргоном и двумя низкоэмиссионными покрытиями (i-стекло + c-стекло).
    - Электрохромное стекло (смарт-стекло) для панорамного окна в спальне, меняющее прозрачность по нажатию кнопки (защита от жары летом).

Том 3. Инженерные системы (Smart House & Energy Efficiency)

1. **Отопление и климат:**
    - Воздушное отопление на базе геотермального теплового насоса типа «грунт-воздух».
    - Приточно-вытяжная установка с энтальпийным рекуператором (возвращает не только тепло, но и влажность воздуха зимой).
    - Зональное управление климатом: каждый радиатор или фанкойл управляется отдельным термостатом с Wi-Fi.
2. **Электрика и автоматизация:**
    - Протокол автоматизации KNX или Wiren Board.
    - Единая панель управления светом, шторами, музыкой и безопасностью.
    - Резервное питание: LiFePO4 аккумуляторная батарея (домашняя электростанция) мощностью 10–15 кВт·ч в паре с гибридным инвертором.
3. **Энергогенерация:**
    - Расчет площади кровли, необходимой для установки фотоэлектрических модулей (солнечных панелей) мощностью 5–7 кВт.
    - Солнечный коллектор для подогрева воды в летний период.

Том 4. Технологическая карта индустриального монтажа

Раздел посвящен тому, как быстро собрать этот сложный конструктор.

- **Объект ТК:** Монтаж комплекта CLT-панелей или сборка фасада из готовых кассет.
- **Акцент:** Отсутствие «мокрых» процессов на стройплощадке. Использование высокопрочного крепежа (шпильки, химические анкеры) вместо кладки.
- **Логистика:** График поставки материалов точно-в-срок (*Just-in-Time*) напрямую с завода-изготовителя.

Том 5. Экономика жизненного цикла (LCC — Life Cycle Costing)

Самый важный раздел для инженера. Студент сравнивает свой «умный дом» с обычным домом из газобетона:

1. **CAPEX (Капитальные затраты):** На сколько строительство «Дома мечты» дороже обычного?
2. **OPEX (Эксплуатационные расходы):** Сколько тратится на электричество, газ и ремонт в год? (Благодаря рекуперации и тепловому насосу счета за отопление могут быть ниже на 60–70%).
3. **Срок окупаемости:** Через сколько лет экономия на счетах покроет разницу в стоимости оборудования? (возможен вариант приблизительного расчета)

Критерии оценки

1. **Инженерный реализм:** Если студент выбирает стеклянную крышу во всю площадь дома в Якутии, он обязан предоставить сверхдетальный расчет теплопотерь и обосновать мощность отопления (или признать проект нежизнеспособным).
2. **Глубина проработки узлов:** Наличие чертежей сопряжения разных материалов (например, примыкание деревянной CLT-стены к бетонному фундаменту с терморазрывом).
3. **Обоснованность выбора:** Почему именно эта технология лучше решает задачу «мечты», чем дешевый аналог.
4. **Экономика:** Честный расчет. Современный дом дорог в строительстве, но должен быть дешев в эксплуатации.

Дополнительное творческое задание (Вариативная часть)

Для повышения оценки студент должен внедрить один уникальный элемент «мечты», требующий нестандартного инженерного подхода:

- **Спортивная инфраструктура:** Встроенная стена для скалолазания или бассейн 3х6 метров (требует отдельного расчета чаши и системы вентиляции бассейна).
- **Панорамное остекление:** Угловой витраж без импоста длиной более 6 метров (расчет стального каркаса усиления).
- **Автономность:** Установка пиролизного котла длительного горения или дизельного генератора с системой АВР в отдельном шумоизолированном боксе.
- **Акустика:** Спроектированная музыкальная студия или домашний кинотеатр со звукоизоляцией «комната-в-комнате».

Формат сдачи

- Презентация защиты (строго **15** слайдов): концепция, планы, разрезы, фасады, самый сложный конструктивный узел, финансовый итог.

Критерии оценки

1. **Нормативное соответствие:** Отсутствие грубых нарушений СП и противопожарных требований (ширина лестничных маршей, наличие эвакуационных выходов).
2. **Логика зонирования:** Удобство перемещения между грязной зоной (вход/гараж), активной зоной (кухня/гостиная) и ночной зоной (спальни).
3. **Конструктивная грамотность:** Правильность выбора шага несущих стен под стандартные длины плит перекрытий, отсутствие необоснованно дорогих решений.
4. **Реалистичность бюджета:** Соответствие выбранных материалов отделки заявленному классу дома (эконом, комфорт, бизнес).

№	Критерии оценивания кейс-заданий заключительного этапа	Баллы
1	Полнота и обоснованность предложенного решения (15 слайдов). За невыполнения данного условия отжимается 5 баллов за каждый слайд	80
3	Ораторское искусство, защита презентации, заинтересованность в проекте	10
4	Качество ответов на вопросы по теме работы. Оперирование профессиональной терминологией	10
ИТОГО		100