



# Автоматизація проектування РКА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів, 180 навчальних годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Усний екзамен/МКР, Розрахункова робота.</i>
Розклад занять	<i>Лекції - 36 навч. годин, лабораторні роботи - 36 навч. годин. Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>доцент ІАТ, к.т.н. Зінченко Д.М. +380632973370</i> Лабораторні: <i>ст. викладач Борисов В.В. (096-932-12-49).</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа дистанційного навчання «Сікорський»</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Метою дисципліни є підсилення здатності оптимізувати параметри елементів систем об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки (ФК 9 згідно із ОПП магістра), здатності реалізовувати фізичні та математичні моделі систем та процесів за допомогою методів і засобів сучасних інформаційних технологій (ФК 7 згідно із ОПП магістра). Під час вивчення дисципліни студенти засвоюють принципи використання сучасних систем керування базами даними, у тому числі об'єктно-орієнтованих, для забезпечення обміну даними в багатокористувальницьких проектувальних системах, зокрема, для забезпечення взаємодії між САЕ- і CAD-системами. Також засвоюються методи розробки прикладного програмного забезпечення, інтегрованого в багатокористувальницьку систему автоматизованого проектування.*

*В процесі навчання студенти додатково підкріплюють такі результати згідно із ОПП магістра: вміння, із використанням новітнього програмного забезпечення, яке застосовується в галузі, обчислювати напружено-деформований стан, визначати параметри міцності конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки та засобів промислового виробництва (ПРН 16) вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої*

програми (ПРН 3). Знання та вміння, які студенти отримують під час вивчення дисципліни "Автоматизація проектування РКА", дозволяють їм брати безпосередню участь в процесі розробки багатокористувальницьких систем автоматизованого проектування, що базуються на сучасних САЕ- і САD-системах. Крім того, студенти отримують навички розробки спеціалізованих прикладних програм, інтегрованих з об'єктно-орієнтованими системами керування базами даних, а також, певні навички керування зазначеними СКБД. Студенти вчаться розробляти математичні моделі проектувальних процесів в умовах багатокористувальницьких систем керування даними; розробляти оптимальні методи і алгоритми обміну даними в багатокористувальницьких проектувальних системах; оптимізувати формат трафіку даних в системах автоматизованого проектування, що базуються на сучасних САЕ- і САD-системах; розробляти оптимальні методи декомпозиції загальних задач проектування складних технічних об'єктів, зокрема, конструкцій сучасних РКА; оптимізувати структуру проекту, а також розробляти програмне забезпечення для автоматичного керування обміном даними між проектними моделями в умовах об'єктно-орієнтованого інформаційного середовища.

- **Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення даної дисципліни вимагає наявності у студентів навичок користування персональними комп'ютерами на рівні розробника прикладного програмного забезпечення, а також наявності знань і вмінь, які вони отримують під час вивчення дисциплін першого (бакалаврського) рівня підготовки за спеціальністю "134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка", а також дисципліни "Основи наукових досліджень". Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни "Автоматизація проектування РКА" дозволяють ним ефективно використовувати сучасні САЕ-системи, шляхом розробки та використання спеціалізованого інтегрованого прикладного програмного забезпечення, що забезпечує автоматизацію керування проектними даними в процесі проектування складних технічних об'єктів, зокрема, конструкцій сучасних РКА; застосовувати набуті знання й уміння під час виконання магістерської дисертації та в подальшій професійній діяльності.

- **Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1 Конструкція РКА і основні принципи її проектування.

Тема 1.1. Особливості силової структури РКА.

Тема 1.2. Принципи проектування силової структури РКА.

Розділ 2. Автоматизоване проектування РКА.

Тема 2.1. Особливості керування базою даних проекту РКА.

Тема 2.2. Особливості технології керування проектними моделями в процесі аналізу міцності конструкцій РКА.

Тема 2.3. Використання концепції серверних об'єктів при реалізації принципу декомпозиції проектної задачі.

Тема 2.4. Оптимізація керування процесом проектування РКА.

- **Навчальні матеріали та ресурси**

**Базова література:**

- Грабин Б.В., Давыдов О.И., Жихарев В.И. и др. Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов. Учебник для студентов вузов / под ред. В.П. Мишина, В.К. Карраска. М.: Машиностроение, 1991. 416 с.
- Семенов Ю.П (под ред.). Ракетно-космическая корпорация Энергия имени С.П.Королева 1946-1996 Т.1. 1996. 672 с.
- Сердюк В.К. Проектирование средств выведения космических аппаратов/ под ред. А.А. Медведева. М.: Машиностроение. 2009. 496 с.
- Борисов В.В., Методы синтеза конечно-элементной модели планера грузового самолета. - LAP Lambert Academic Publishing (ISBN 978-3-659-67887-5), 2015, -139 с.
- Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows, -М, ДМК Пресс, 2001, -448 с.

**Додаткова література:**

- Балабух Л.И., Алфутов Н.А., Усюкин В.И. Строительная механика ракет: учебник для машиностроительных специальностей вузов. М.: Высш. шк., 1984. 391 с.
- Зинченко В.П., Абрамов Ю.В., Борисов В.В. Средства и методы управления проектной информацией при создании сложных технических объектов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: Гос. Аэроком. Ун-т "ХАИ", 2001. – Вып. № 9. – С. 17 – 29.
- Борисов В.В., Зинченко В.П., Разработка прочностных моделей конструкций на основе метода последовательной детализации // Труды IV Международной научно–технической конференции "Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно–космической техники", посвященной 100–летию со дня рождения акад. С.П. Королева, НТУУ "КПИ". Киев, 2007. т. 1, –с. 55–61.
- Борисов В.В., Объектная система управления данными "SPACE" // Труды IV Международной научно–технической конференции "Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно–космической техники", посвященной 100–летию со дня рождения акад. С.П. Королева, НТУУ "КПИ". Киев, 2007. т. 2, –с. 55–61.
- Борисов В.В., Зинченко В.П., Проблемы информационной технологии обмена данными в системе автоматизированного проектирования // Труды Международного симпозиума "Проблемы оптимизации вычислений" (ПОВ–XXXIII)/ Украина, Крым, Ялта, 2007. –с. 38–39.

Всі зазначені джерела інформації можна отримати в електронному вигляді (DOC-, PDF-, DJVU-форматах) на кафедрі АРБ, або у викладача.

- **Навчальний контент**

- **Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Дисципліна розрахована на один семестр. Вона складається з лекцій та лабораторних робіт.

В лекційній частині курсу описується саме поняття проектування, а також поняття керування проектними даними. Студенти вивчають сучасну технологію проектування конструкцій РКА, основні принципи керування процесом проектування, структуру та принципи функціонування

сучасних програмних комплексів, які використовуються для створення "електронних" проектів літаків, технологію використання об'єктної СКБД "Space" та основні принципи забезпечення цілісності проектних даних. Виконання лабораторних робіт повинно допомогти студентам більш глибоко засвоїти теоретичний матеріал. Під час їх виконання студенти досліджують програмні реалізації алгоритмів керування процесом взаємодії проектних моделей в системі автоматизованого проектування, а також закріплюють навички програмування системи керування проектними даними. Особливо слід приділити увагу засвоєнню принципів оптимізації обміну даними в багатокористувальницькому режимі. Крім того студенти повинні добре засвоїти основні принципи формування бібліотеки класів.

Лекційна частина курсу складається з наступних занять:

## Розділ 1

### Котрукція РКА і основні принципи її проектування

#### **Тема 1.1. Особливості силової структури РКА.**

1.	<b>Лекція 1. Особливості конструкцій ракет-носіїв.</b> Основні вимоги до конструкцій ракет-носіїв. Особливості зовнішніх умов та умов навантаження конструкцій ракет-носіїв на різних етапах польоту. Основні елементи ракет-носіїв. Системи і елементи систем. Двигуни.
2.	<b>Лекція 2. Особливості силових елементів конструкцій ракет-носіїв.</b> Особливості зовнішніх та внутрішніх навантажень конструкцій ракет-носіїв на різних етапах польоту. Основні силові елементи. Особливості взаємодії силових елементів ракети-носія, структура стиків.
3.	<b>Лекція 3. Особливості конструкцій орбітальних апаратів.</b> Основні вимоги до конструкцій традиційних космічних космічних кораблів та космічних кораблів багаторазового використання. Особливості зовнішніх умов та умов навантаження конструкцій космічних кораблів багаторазового використання на різних етапах польоту. Основні елементи конструкції. Системи і елементи систем.
4.	<b>Лекція 4. Особливості силових елементів конструкцій орбітальних апаратів.</b> Особливості зовнішніх та внутрішніх навантажень конструкцій космічних кораблів на різних етапах польоту. Основні силові елементи. Особливості взаємодії силових елементів космічних кораблів багаторазового використання, структура стиків.

#### **Тема 1.2. Принципи проектування силової структури РКА.**

5.	<b>Лекція 5. Проектування паливних відсіків.</b> Класифікація паливних відсіків. формування конструктивно-силових схем. Котруктивне виконання і розрахунок основних елементів. Матеріали і напівфабрикати. Теплові і силові схеми. Проектування теплоізоляції. Теплові мости. Кріплення ракетних двигунів.
6.	<b>Лекція 6. Проектування сухих відсіків і обтікачів, що скидаються.</b> Класифікація сухих відсіків. Формування конструктивно-силових схем відсіків. Вибір параметрів теплового захисту. Конструювання вузлів та вибір матеріалів. Основні конструктивні вимоги та схеми скидання обтікачів. Навантаження і розрахункові випадки. Формування конструктивно-силових схем

	<i>обтікачів. Конструювання замків повздожнього стику.</i>
7.	<b><i>Лекція 7. Проектування силових конструкцій орбітальних апаратів.</i></b> <i>Принципи формування конструктивно-силових схем різних класів орбітальних апаратів. Вибір конструктивно-силової схеми одноразового космічного апарата, що поверається. Вибір конструктивно-силової схеми багаторазового космічного апарата типу "Шаттл". Конструювання планеру багаторазового космічного апарата. Попередній розрахунок міцності конструктивних елементів планеру. Розрахунок елементів теплового захисту.</i>
<b><u>Розділ 2</u></b> <b><u>Автоматизоване проектування РКА</u></b>	
<b><u>Тема 2.1. Особливості керування базою даних проекту РКА.</u></b>	
8.	<b><i>Лекція 8. Особливості процесу проектування та проблеми забезпечення надійності системи керування проектними даними.</i></b> <i>Особливості задачі проектування. Визначення терміну "проектна модель". Основний метод розв'язку проектних задач. Етапи процесу проектування, їх кількість і призначення. Визначення терміну "автоматизоване проектування". Цілі автоматизації процесу проектування. Критерії надійності системи керування проектними даними. Фактори, які впливають на її надійність. Методи зменшення вірогідності виникнення помилок в процесі проектування.</i>
9.	<b><i>Лекція 9. Особливості структури бази даних проекту РКА.</i></b> <i>Зв'язок між методами формування бази даних проекту та методами розв'язку проектних задач. Проблеми керування мережевими структурами даних та загальні принципи їх розв'язання. Особливості функціонального призначення систем керування проектними даними. Статус проектних моделей с точки зору сучасних інформаційних технологій. Оптимальні алгоритми адресації даних в системах автоматизованого проектування РКА. Система обробки запитань в системах автоматизованого проектування, що використовують CAD- та CAE-системи.</i>
<b><u>Тема 2.2. Особливості технології керування проектними моделями в процесі аналізу міцності конструкцій РКА.</u></b>	
10.	<b><i>Лекція 10. Декомпозиція скінченно-елементної моделі конструкції РКА.</i></b> <i>Принципи декомпозиції, які застосовуються в сучасних CAE-системах для створення SE-моделей конструкцій складних технічних об'єктів. Проблеми використання просторового принципу декомпозиції для синтезу SE-моделі. Функціональний принцип декомпозиції SE-моделі. Методи застосування функціонального принципу декомпозиції для створення SE-моделей.</i>
11.	<b><i>Лекція 11. Структура даних системи попереднього розраху жорсткостних параметрів силових елементів конструкції РКА.</i></b> <i>Попередній розрахунок жорсткостних параметрів конструкції ракети-носія. Структура інтегральної пружної моделі конструкції ракети-носія. Схема обміну даними в процесі попереднього розрахунку та структура трафіку. Розрахунок об'єму інформаційних потоків. Схема обміну даними системи попередніх розрахунків з CAE- і CAD-системами.</i>



**Тема 2.3. Використання концепції серверних об'єктів при реалізації принципу декомпозиції проектної задачі.**

12.	<p><b>Лекція 12. Обмін даними в процесі оптимізації жорсткостних параметрів силових елементів конструкції РКА.</b></p> <p>Зв'язок між інтегральною та скінченно-елементною моделлю. Структура трафіку обміну даними між інтегральною та скінченно-елементною моделлю кесону. Визначення інтерфейсних зон із іншими спеціалізованими локальними інформаційними системами. Визначення концепції серверних об'єктів в системі автоматизованого проектування. Алгоритми керування обміну даними між локальними системами автоматизованого проектування, що входять до складу загальних систем автоматизованого проектування РКА.</p>
13.	<p><b>Лекція 13. Обмін даними в процесі визначення геометричних параметрів ступіні ракети-носія.</b></p> <p>Принципи керування процесом розрахунку координат базових вузлів моделей елементів поперечного набору ступіні ракети-носія. Режими обміну даними між системою аналізу міцності ступіні ракети-носія та сервером геометрії. Структура трафіків обміну даними. Принципова схема системи розрахунку координат базових вузлів.</p>
<p><b>Тема 2.4. Оптимізація керування процесом проектування РКА.</b></p>	
14.	<p><b>Лекція 14. Загальні відомості.</b></p> <p>Визначання терміну "керування виробничим процесом". Загальні принципи керування виробничим процесом. Декомпозиція та синтез, як складові процесу керування. Суб'єкти процесу керування виробничим процесом. Функції суб'єктів керування. Основні види виробничих процесів. Особливості планування різних видів виробничих процесів. Зв'язок між процесом планування та процесом проектування.</p>
15.	<p><b>Лекція 15. Загальні принципи побудови структури багатокористувальницької системи автоматизованого проектування.</b></p> <p>Директивна частина структури багатокористувальницької системи автоматизованого проектування, її призначення, принципи структуризації, методи керування, особливості декомпозиції та синтезу задачі керування. Система координації та синхронізації процесу проектування, її функції, принцип структуризації, методи взаємодії з елементами директивної частини. Система взаємодії з зовнішніми автоматизованими інформаційними системами, її функції, методи планування та принципи керування.</p>
16.	<p><b>Лекція 16. Організація міжмодельного обміну даними в багатокористувальницькій системі автоматизованого проектування РКА.</b></p> <p>Схема обміну даними при "ручній" технології проектування. Причини неможливості безпосереднього обміну даними між суб'єктами процесу проектування. Процедура "затвердження" проектної моделі, її призначення та методи реалізації при різних технологіях проектування. Визначення зв'язків між проектними моделями та суб'єктами процесу проектування. Методи і алгоритми контролю якості проектних моделей.</p>
17.	<p><b>Лекція 17. Методи оптимізації керування процесом проектування РКА.</b></p> <p>Загальні принципи визначення економічної ефективності проекту. Методи визначення оптимальних термінів проектування. Тимчасові робочі групи. Умови</p>

	<i>їх створення. Особливості процесу керування тимчасовою робочою групою. Причини зменшення часу проходження інформації між суб'єктами процесу проектування в тимчасовій робочій групі. Цілі і задачі процесу оптимізації функцій локальних підсистем загальної системи автоматизованого проектування. Методи оптимізації функцій локальних підсистем.</i>
18.	<b><i>Лекція 18. Загальні принципи автоматизації виробничого процесу.</i></b> <i>Цілі і задачі автоматизації. Методи і засоби автоматизації виробничих процесів. Автоматизація виробничого процесу методами і засобами інформаційної технології. Стадії автоматизації, їх особливості. Структура системи автоматизованого керування виробничим процесом. Загальні принципи визначення економічного ефекту процесу автоматизації.</i>

*Дисципліна "Автоматизація проектування РКА" передбачає виконання наступних лабораторних робіт:*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>	<i>Кількість ауд.годин</i>
1.	<i>Розробка конструктивно-силової схеми конструкції ракети-носія. Попередній розрахунок жорсткостних параметрів силових елементів конструкції. Дослідження впливу вихідних параметрів на конструктивно-силову схему ракети-носія (Тема 1.2.)</i>	10
–	<i>Програмування міжоб'єктного обміну даними в процесі створення скінченно-елементних моделей регулярних зон конструкції ракети носія. (Тема 2.1)</i>	10
–	<i>Програмування обміну даними із сервером геометрії в процесі створення скінченно-елементних моделей конструкції ракети-носія. (Тема 2.2)</i>	8
2.	<i>Дослідження технології фіксації стану проектної моделі методом "затвердження" (Тема 2.4).</i>	8

- **Самостійна робота студента**

*В процесі вивчення дисципліни "Автоматизація проектування РКА" студенти складають розрахункову роботу (РР). Крім того, студенти вивчають самостійно частину навчальних матеріалів (СРС). Також, самостійно виконується частина лабораторних робіт.*

- **Політика та контроль**

- **Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:*

- *лекційні заняття відвідуються в обсязі не менше 50% (пропущені лекції вивчаються за посібником), лабораторні роботи відпрацьовуються в повному обсязі, згідно із методичним посібником;*
- *заохочується активність на лекціях і лабораторних заняттях (у вигляді додаткових балів до рейтингу);*

- захист лабораторних робіт здійснюється у формі опису виконаної роботи і обґрунтування обраних алгоритмів вирішення проектних завдань (при наявності звіту);
- захист розрахункових робіт здійснюється у формі опису виконаної роботи і обґрунтування обраних алгоритмів вирішення проектних завдань (при наявності пояснювальної записки);
- заохочувальні бали нараховуються за активність на заняттях і демонстрацію здатності до самостійного мислення, штрафні бали нараховуються за нерегулярне відвідування занять і недостатність базових знань з дисципліни у другій половині семестру;
- в разі, якщо студент демонструє на іспиті недостатні знання, що не дозволяють набрати необхідну кількість рейтингових балів, він може повторно скласти іспит в терміни, призначені деканатом.

- **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, захист лабораторних та розрахункових робіт.*

*Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу у вигляді МКР.*

*Семестровий контроль: усний екзамен.*

*Умови допуску до семестрового контролю: наявність 100% захищених лабораторних робіт та розрахункової роботи, за умови, що студент набрав не менше 25 рейтингових балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

- **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**
- *приблизні теми РР наведені в додатку 1;*
- *питання до МКР наведені в додатку 2.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено старшим викладачем кафедри АРБ Віктором БОРИСОВИМ.

Ухвалено кафедрою АРБ (протокол № 11 від 17.06.20)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 22.06.20)



*Приблизні теми РР:*

- 1. Розробка схеми обміну даними в процесі побудови СЕ-моделі відсіку ракети-носія (3 варіанти).*
- 2. Розробка схеми обміну даними в процесі побудови загальної СЕ-моделі ракети-носія (4 варіанти)*
- 3. Розробка схеми обміну даними в процесі буферизації даних.*
- 4. Розробка схеми обміну даними для аеродинамічних навантажень.*
- 5. Розробка схеми обміну даними в процесі роботи локальної підсистеми проектування.*
- 6. Розробка схеми обміну даними в процесі роботи індивідуальної системи керування даними користувача.*
- 7. Розробка схеми обміну даними в процесі статистичного аналізу.*
- 8. Розробка схеми обміну даними в процесі роботи довідкової служби системи автоматизованого проектування.*
- 9. Розробка схеми обміну даними для підтримки багатOVERSійних систем.*
- 10. Розробка схеми обміну даними в процесі розрахунку координат вузлів скінченно–елементних моделей.*
- 11. Розробка схеми обміну даними в процесі розрахунку маси елемента конструкції планера шляхом прямого счислення даних зі скінченно–елементної моделі.*
- 12. Розробка схеми обміну даними в процесі розрахунку моменту інерції конструкції планера шляхом прямого счислення даних зі скінченно–елементної моделі.*
- 13. Розробка схеми обміну даними для підтримки функцій класифікатора.*
- 14. Розробка схеми обміну даними для підтримки користувальницького інтерфейсу БД сервера, призначеного для підтримки довідкової служби проектної БД.*
- 15. Розробка схеми обміну даними для підтримки користувальницького інтерфейсу БД сервера, призначеного для розрахунку координат вузлів скінченно–елементних моделей.*
- 16. Розробка схеми обміну даними для підтримки користувальницького інтерфейсу БД виконавця.*
- 17. Розробка схеми обміну даними для підтримки користувальницького інтерфейсу БД підрозділа.*

**Питання до МКР.**

1. Основні елементи ракет-носіїв. Системи і елементи систем ракет-носіїв. Двигуни і паливна система.
2. Особливості зовнішніх та внутрішніх навантажень конструкцій ракет-носіїв на різних етапах польоту.
3. Основні силові елементи. Особливості взаємодії силових елементів ракети-носія, структура стиків.
4. Основні вимоги до конструкцій традиційних космічних кораблів та космічних кораблів багаторазового використання. Особливості зовнішніх умов та умов навантаження конструкцій космічних кораблів багаторазового використання на різних етапах польоту.
5. Основні елементи конструкції космічних кораблів багаторазового використання. Системи і елементи систем космічних кораблів багаторазового використання.
6. Особливості зовнішніх та внутрішніх навантажень конструкцій космічних кораблів на різних етапах польоту. Основні силові елементи. Особливості взаємодії силових елементів космічних кораблів багаторазового використання, структура стиків.
7. Класифікація паливних відсіків. Формування конструктивно-силових схем. Конструктивне виконання і розрахунок основних елементів.
8. Матеріали і напівфабрикати. Теплові і силові схеми. Проектування теплоізоляції.
9. Теплові мости. Кріплення ракетних двигунів.
10. Класифікація сухих відсіків. Формування конструктивно-силових схем відсіків. Вибір параметрів теплового захисту. Конструювання вузлів та вибір матеріалів.
11. Основні конструктивні вимоги та схеми скидання обтікачів. Навантаження і розрахункові випадки. Формування конструктивно-силових схем обтікачів. Конструювання замків повздовжнього стику.
12. Зміст поняття об'єкту в об'єктно-орієнтованій системі "SPACE".
13. Принципи функціонування "SPACE Builder" та його взаємодія із системою "SPACE".
14. Особливості технології створення об'єктів в системі "SPACE".
15. Структура даних оптимізаційної скінченно-елементної моделі.
16. Формати даних для опису структури моделі.

17. *"Віртуальні" змінні та структури даних "SPACE".*
18. *Принципи класифікації проектних моделей регулярних зон оболонкових конструкцій.*
19. *Перелік та особливості класів алгоритмів формування регулярних зон.*
20. *Послідовність формування структур скінченно–елементних моделей регулярних зон оболонкових конструкцій шляхом об'єднання скінченно–елементних моделей окремих конструктивних елементів.*
21. *Принцип опису топології моделей елементів оболонкових конструкцій у випадку різної кількості вузлів в перерізах.*
22. *Принципи з'єднання вузлів в моделях оболонкових конструкцій у разі різної кількості вузлів в перерізах.*
23. *Вихідні дані, необхідні для створення структури скінченно–елементної моделі паливного баку.*
24. *Формат структури обміну даними моделі нервюри із сервером геометрії.*
25. *Алгоритм формування структури моделі обшивки.*
26. *Алгоритм формування структури моделі стрингеру.*
27. *Алгоритм формування структури моделі монолітних панелей.*