



Числові методи динаміки ЛА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський) / Другий (магістерський) / Третій (освітньо-науковий)</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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 годин/ 6 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент ІАТ, к.т.н. Зінченко Д.М. +380632973370 Практичні / Семінарські:, Поваров С.А., Лабораторні: Поваров С.А.
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський»</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою дисципліни є закріплення набутих студентами здатностей згідно із освітньою програмою:

- ФК 4. *Здатність описувати моделі робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки, необхідні для розуміння, опису, вдосконалення об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки та оптимізації їх параметрів;*
- ФК 7. *Здатність реалізовувати фізичні та математичні моделі систем та процесів за допомогою методів і засобів сучасних інформаційних технологій;*
- ФК 11. *Здатність оптимізувати газодинамічні параметри літальних апаратів та ракетних двигунів.*

Предметом дисципліни є особливості застосування числових методів обчислюваної аеродинаміки, що на сьогодні є широкоживаними в процесі проектування авіаційної техніки

Вивчення дисципліни підкріплює одержані програмні результатами навчання згідно із освітньою програмою є

- ПРН 10. *Вміння обирати методи модифікації властивостей елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.*

- ПРН 14. Вміння, на основі навичок оцінювання стійкості та керованості літального апарата згідно з існуючими методиками, визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду ракетно-космічної техніки;
- ПРН 17. Вміння використовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для різних типів промислового виробництва.
- ПРН 19 . Вміння, на основі знань та розуміння особливостей конструкції та робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки формулювати та розв'язати науково-технічні задачі щодо розроблення їх новітніх зразків.

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

Вивчення дисципліни вимагає наявності у студентів навичок користування персональними комп'ютерами на рівні досвідченого користувача, володіння основними методами програмування, а також наявності знань і вмінь, які вони отримають під час вивчення дисциплін першого бакалаврського рівня підготовки за спеціальністю « 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка» а також дисциплін «Методи проектування конструкцій ракет-носіїв», «Проектування двигунів ракетно-космічних апаратів».

Результати вивчення студентами дисципліни Числові методи динаміки ЛА є базовими для виконання магістерської дисертації та подальших наукових досліджень.

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї **дисципліни**.

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (Комп'ютерний практикум)
Тема .1. Предмет обчислювальної аеродинаміки.	2			2
Тема 2 Методи та засоби обчислювальної аеродинаміки.	28	16		8
Тема 3. Типові задачі аеродинамічного проектування.	114	18		64
Контрольна робота	10	2		8
Реферат	16			16
Підготовка до екзамену	16			16
Всього годин:	180	36		108

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література.

1. Клайв Флетчер. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х томах. Том 1. Основные положения и общие методы. Пер. с англ. М. «Мир» 1991 г.
2. Клайв Флетчер. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х томах. Том 2. Методы расчета различных течений. Пер. с англ. М. «Мир» 1991 г.
3. Торенбик Э. Проектирование дозвуковых самолетов: Пер. с англ. М, Машиностроение, 1983,— 648 с., с ил.
4. Глушков Н.Н., Инешин Ю.Л., Свириденко Ю.Н. "Применение метода симметричных особенностей для расчета обтекания дозвуковых летательных аппаратов", Ученые записки ЦАГИ, т. XX, N1, 1989 г. 18 с.
5. Белоцерковский С.М., Гиневский А.С. Моделирование турбулентных струй и следов на основе метода дискретных вихрей. М.: Физматлит, 1995 г. 365 с.

Допоміжна література

1. 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.
2. 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.
3. Daniel Reckzeh. Aerodynamics design of the high-lift wing for a Megaliner aircraft. *Aerospace Science and Technology*. № 7. 2003. p.107-119.
4. В.А. Апаринов, А.В. Дворак. Метод дискретных вихрей с замкнутыми вихревыми рамками. М.: Труды ВВИА, вып. 1313, 1986. с 18 – 26.
5. Брутян М.А., Савицкий В.И. Влияние вязкости на безотрывное околозвуковое обтекание профиля. Ученые записки ЦАГИ, т. VIII, N-5, 1977г.
6. Wigton, L.B., Holt, M. Viscous-Inviscid Interaction in Transonic Flow. AIAA Paper. No.81-1003, 1981.
7. Д.М. Зінченко, В.В. Гоцак, О.М. Компанієць. Вплив форми профілю на аеродинамічні характеристики модифікованого крила у присутності гвинта./

- збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І.Кожедуба. Вип. 2 (14). Харків 2007 с. 27-30.
8. Яригін В.М., Зінченко Д.М., Салімі Хаджимахмуд Фарід Аеродинаміка спеціалізованого сільськогосподарського літака // Збірник наук. праць Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба, 2010, №2(24).
 9. T.J.Chung. Computational Fluid Dynamic. Cambridge University Press. 2002
 - 10.Егер С.М. Проектирование самолетов, –М, Машиностроение, 1983, – 616 с.
 - 11.Глаголев А.Н., Гильдинов М.Я., Григоренко С.М. Конструкция самолетов, –М, Машиностроение, 1975, –480 с.
 - 12.Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows, –М, ДМК Пресс, 2001, –448 с.
 - 13.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.
 - 14.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.
 - 15.Ляпунов С.В., Михайлов Ю.С. Расчет трансзвукового безотрывного обтекания профиля с учетом вязкости. Труды ЦАГИ, вып. 2254, 1984 г. 48 с.
 16. Ляпунов С.В. Расчет волнового сопротивления при околосзвуковом обтекании профиля с применением неконсервативных разностных схем. НТО ЦАГИ N-7561, 1987.
 - 17.ГОСТ Эскизный проект.
 - 18.Зинченко Д.Н. Методика расчета аэродинамических характеристик самолета с механизированным суперкритическим крылом. / Открытые информационные и компьютерные технологии. Сб. научн. трудов Гос. аэрокосмич. университета им Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 27. Харьков 2005 с. 110-115.
 - 19.Зинченко Д.Н. Численное моделирование обтекания механизированного крыла. / Открытые информационные и компьютерные технологии. Сб. науч. трудов Гос. аэрокосмич. университета им Н.Е. Жуковского «ХАИ». Вып. 28. Харьков 2005 с. 123-127.
 - 20.Аэродинамика и динамика полета магистральных самолетов: Под ред. академика РАН Бюшгенса Г.С. -М.-Пекин: Изд. отдел ЦАГИ авиа-издательство КНР, 1995 г. -772 с.

Інформаційне забезпечення

1. Сайт НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" <http://kpi.ua>.
2. Сайт ФАКС <http://faks.kpi.ua>.
21. Сайт каф. ПСКЛІА <http://kpi.ua/pskla>.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Кредитний модуль розраховано на один семестр. Він складається з лекцій та лабораторних робіт.

В лекційній частині курсу описуються принципи розрахунку обтікання поверхні агрегатів ЛА, студенти вивчають сучасну технологію моделювання аеродинамічних характеристик літальних апаратів. Виконання лабораторних робіт повинно допомогти студентам більш глибоко засвоїти теоретичний матеріал. Під час лабораторних робіт студенти закріплюють навички створення аналізу вірогідності вихідних даних та вибору розрахункових схем ЛА.

Лекційні заняття.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
<i>Тема.1 Предмет обчислюваної аеродинаміки</i>	
1.	<p>Лекція 1. Вступ. Місце обчислюваної аеродинаміки в процесі проектування сучасних літальних апаратів. Сучасні задачі обчислюваної аеродинаміки та засоби їх вирішення. Класифікація методів обчислюваної аеродинаміки та задач, що застосовуються</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1] с.11-25 ; [2 . 3] Fig.12.</p>
<i>Тема 2 Методи та задачі обчислюваної аеродинаміки</i>	
2.	<p>Лекція 2,3 Динаміка руху течії. Основні рівняння. Фізичні властивості рідини. Рівняння руху рідини. Критерії подоби в методах та задачах обчислюваної аеродинаміки.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Особливості моделювання примежового шару. Межі застосування. Моделі турбулентності, що використовуються в математичному моделюванні обтікання.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 2] с.9-55 ; [1 . 11]; [1 . 12]; [2 . 5].</p>
3.	<p>Лекція 4,5. Побудова сітки розрахункової моделі. Основні засади. Фізичні засади побудови розрахункової сітки. Одно – та багато зв’язкові зони сітки. Побудова сітки на основі рішення системи диференціальних рівнянь . Побудова розрахункової сітки на основі алгебраїчних рівнянь.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Послідовні конформні відображення. Побудова ортогональних сіток. Метод багатьох поверхонь.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 2] с.94-131 ; [1 . 11]; [1 . 12]; [2 . 5].</p>
4.	<p>Лекція 6,7. Методи розрахунку не стискаємої течії. Методи розрахунку течії нестискаємої рідини. Панельні, вихрові методи та їх синтез. Типові задачі панельно-вихорового методу.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Особливості панельно-вихорового методу. Межі застосування.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 6] с.71-104 ; [1 . 11]; [1 . 12]; [2 . 5].</p>
5.	<p>Лекція 8,9. Методи розрахунку стискаємої течії.</p>

	<p>Методи розрахунку течії стискаємої рідини. Інтегральні методи в'язко-невязкої взаємодії. Основні принципи побудови 3D розрахункових сіток.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Особливості розрахунку стискаємої в'язкої моделі. Межі застосування.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 8] с. 467 ; [1 . 13] ; [1 . 1 4] ; [2 . 6] .</p>
Тема 3 Типові задачі аеродинамічного проектування.	
6.	<p>Лекція 10. Задачі обчислюваної аеродинаміки на етапі ескізного проекту літака.</p> <p>Типові засади вибору основних геометричних параметрів ескізного проекту [9]. Вибір базової розрахункової схеми та розробка параметричних варіантів. Планування математичного експерименту.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Зв'язок норм льотної придатності та визначення основних геометричних параметрів компоновки літака.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1 0] с.9-64 ; [1 . 9] р.55 .</p>
7.	<p>Лекція 11. Формування розрахункової моделі аеродинамічної компоновки літака без оперення.</p> <p>Вибір параметрів розрахункової моделі компоновки крило+фюзеляж. Особливості виконання розрахункових робіт на етапі ескізного проектування. Врахування та можлива оптимізація ефекту інтерференції крила з фюзеляжем.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Особливості аеродинаміки ізольованого крила та крила разом із фюзеляжем.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1 0] с.237 ; [1 . 16] с.69-122 .</p>
8.	<p>Лекція 12. Визначення необхідного профілювання крила літака із застосуванням методів обчислюваної аеродинаміки.</p> <p>Загальні засади вибору та подальшої оптимізації профілів перетинів крила літака, що проектується. Специфіка вибору розрахункового методу. Основні задачі обчислюваної аеродинаміки в процесі визначення профілів перетинів крила.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Особливості аеродинаміки надкритичних профілів крила.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1 0] с.266, 270 ; [1 . 16] с.25-38 .</p>
9.	<p>Лекція 13. Визначення параметрів механізації крила літака із застосуванням методів обчислюваної аеродинаміки.</p> <p>Загальні засади вибору та подальшої оптимізації параметрів механізації крила літака, що проектується. Специфіка вибору розрахункового методу. Параметричні моделі визначення ефективності механізації.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Ефективність різних типів механізації крила літака.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1 0] с.281 ; [1 . 16] с.149-185 .</p>
10.	<p>Лекція 14. Визначення параметрів оперення літака із застосуванням методів обчислюваної аеродинаміки.</p> <p>Загальні засади вибору та подальшої оптимізації параметрів оперення літака, що проектується. Специфіка вибору розрахункового методу. Параметричні моделі визначення ефективності оперення.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Ефективність різних типів оперення літака.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 1 0] с.342-384 ; [1 . 16] с.298 .</p>
11	<p>Лекція 15,16. Визначення впливу працюючого рушія на аеродинамічні</p>

	<p>характеристики літака із застосуванням методів обчислюваної аеродинаміки.</p> <p>Загальні засади вибору та подальшої оптимізації параметрів розрахункової моделі літака із наявністю працюючого рушія. Особливості побудови розрахункової моделі. Досягнення оптимального рівня обчислюваної ефективності та точності розрахунку.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Приклади розрахункових моделей для МКЕ.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 7] с.291 ; [1 . 8] с.94 ; [2 . 10]</p>
12	<p>Лекція 17, 18. Визначення впливу близькості поверхні землі на аеродинамічні характеристики літака із застосуванням методів обчислюваної аеродинаміки.</p> <p>Загальні засади вибору та подальшої оптимізації параметрів розрахункової моделі літака із наявністю поверхні екрану. Особливості побудови розрахункової моделі. Досягнення оптимального рівня обчислюваної ефективності та точності розрахунку.</p> <p><u>Література:</u> [1 . 7] с.291 ; [1 . 8] с.104 ; [2 . 10]</p>

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.годин
1	<p>Панельно-вихоровий метод симетричних особливостей. Створення розрахункової моделі. Загальні положення. (Тема 2)</p> <p><u>Комп'ютерний практикум частково (друга частина) проводиться у вигляді індивідуальних занять.</u></p>	2
2	<p>Розрахунок аеродинамічних характеристик панельно-вихоровим методом. Аналіз результатів розрахунку. Визначення точності та меж придатності розрахункової моделі. (Тема 2)</p>	2
3	<p>Визначення аеродинамічних характеристик компонування літака. Створення розрахункової моделі. Аналіз результатів розрахунку. (Тема 3)</p>	6
4	<p>Компонування механізації крила літального апарату. Створення розрахункової моделі. Визначення аеродинамічних характеристик літального апарату із задіяною механізацією крила за допомогою панельно-вихорового методу. Аналіз результатів розрахунку. (Тема 3)</p>	6
5	<p>Особливості компонування спеціальної розрахункової моделі несучої схеми крило+фюзеляж для визначення загальних</p>	4

	аеродинамічних характеристик транспортного літака в крейсерській конфігурації. (Тема 3)	
6	Особливості компонування спеціальної розрахункової моделі транспортного літака у конфігураціях злету. (Тема 3)	4
7	Особливості компонування спеціальної розрахункової моделі транспортного літака у конфігураціях посадки . (Тема 3)	4
8	Особливості компонування спеціальної розрахункової моделі транспортного літака для визначення впливу працюючого рушія на характеристики літального апарату. Створення розрахункової моделі. (Тема 3)	4
9	Особливості компонування спеціальної розрахункової моделі транспортного літака для визначення впливу близькості поверхні землі на характеристики літального апарату. Створення розрахункової моделі. (Тема 3) <u>Моделювання проводиться у вигляді індивідуальних занять.</u>	4

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання розрахункової роботи, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Місце обчислюваної аеродинаміки в процесі проектування сучасних літальних апаратів. Сучасні задачі обчислюваної аеродинаміки та засоби їх вирішення. Класифікація методів обчислюваної аеродинаміки та задач, що застосовуються (Тема 1)	8
2.	Панельно-вихоровий метод симетричних особливостей. Створення розрахункової моделі. Загальні положення. (Тема 2)	8
3.	Загальні засади вибору та подальшої оптимізації параметрів розрахункової моделі літака із наявністю поверхні екрану. Особливості побудови розрахункової моделі. Досягнення оптимального рівня обчислюваної ефективності та точності розрахунку. (Тема 3)	20
4	Особливості компоновання спеціальної розрахункової моделі несучої схеми крило+фюзеляж для визначення загальних аеродинамічних характеристик гіперзвукового літального апарату. (Тема 3)	20
5	Особливості компоновання спеціальної розрахункової моделі транспортного літака для визначення впливу працюючої системи активного реверсу на характеристики літального апарату. Створення розрахункової моделі. (Тема 3)	10
6	Виконання індивідуального завдання	14

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- захист індивідуальних завдань відбувається у вигляді доповідей за виконаними завданнями;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів викладені в рейтинговій системі оцінювання;
- приймається апріорі, що студент під час виконання індивідуальних завдань буде дотримуватись академічної доброчесності;
- інші вимоги, що висуваються до студентів під час виконання лабораторних та розрахункових робіт не повинні суперечити законодавству України та нормативним документам Університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують контрольну роботу тривалістю 2 навчальні години. Метою виконання контрольної роботи є контроль ступеню засвоєння студентами теоретичних знань, отриманих під час викладання лекційного матеріалу..

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за наступне:

- 1) Лабораторні роботи;
- 2) реферат;
- 3) відповіді на іспиті.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 6.

Максимальна кількість балів дорівнює $6 \text{ балів} \times 5 = 30 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 6;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 3... 5;
- не підготовлений – 0.

2. Реферат

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів дорівнює $10 \text{ балів} \times 1 = 10 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 10;

- неповне виконання завдання – 4...8;
- незадовільне виконання – 0.

Штрафні та заохочувальні бали:

- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: +2...4 бали;
- відсутність на занятті без поважної причини: –1...–4 бал.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 4.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 30 + 10 = 40 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання усіх лабораторних робіт та індивідуального завдання.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 60 % від **R**, а саме **60 балів**, і складається з двох частин: теоретичної та практичної (вирішення задачі).

5. Теоретична частина.

- вільне володіння матеріалом, відповідь на усі додаткові питання – 30 балів;
- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 23 бали;
- невпевнена відповідь на основне питання, не має відповіді на додаткові питання – 18 балів;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

6. Практична частина.

- впевнене та швидке вирішення задачі, вільне володіння програмним забезпеченням, впевнені відповіді на додаткові питання – 30 балів;
- повне вирішення задачі, але неоптимальний програмний код – 23 бали;

- неповне вирішення задачі, труднощі у володінні мовою програмування – 18 балів;
- задача не вирішена – 0 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R = R_C + R_E = 40 + 60 = 100$ балів.

Рейтингові бали, R	Оцінка за університетською шкалою
95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
< 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш, ніж 12 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 20 балів).

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень)) студент матиме не менш, ніж 24 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 40 балів).

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль*

Питання до рефератів.

1. Особливості застосування методів обчислюваної аеродинаміки в процесі проектування сучасних літальних апаратів.

2. Зв'язок задач аеродинамічного проектування та математичного моделювання обтікання поверхні.
3. Вибір параметрів сітки розрахункової моделі компоновки крило+фюзеляж.
4. Особливості виконання розрахункових робіт на етапі ескізного проектування.
5. Аналіз результатів застосування спеціальних розрахункових моделей компоновання крило+фюзеляж гіперзвукового літального апарату
6. Оптимізація розрахункової сітки під режим польоту транспортного літака
7. Врахування та можлива оптимізація ефекту інтерференції крила з фюзеляжем.
8. Параметри розрахункової моделі літака із наявністю поверхні екрану.
9. Врахування та можлива оптимізація ефекту інтерференції крила з фюзеляжем.
10. Аналіз придатності розрахункової сітки моделі компоновання крило +фюзеляж.
11. Аналіз придатності розрахункової сітки моделі компоновання крило +фюзеляж.
12. Оптимізація розрахункової сітки під режим польоту транспортного літака
13. Специфіка побудови розрахункової сітки моделі компоновання крило +фюзеляж гіперзвукового літака.
14. Оптимізація розрахункової сітки для режиму польоту гіперзвукового літака.
15. Аналіз результатів застосування спеціальних розрахункових моделей компоновання крило+фюзеляж транспортного літака.
16. Аналіз результатів застосування спеціальних розрахункових моделей компоновання крило+фюзеляж гіперзвукового літального апарату.
17. Особливості створення розрахункових моделей механізованого крила.
18. Особливості створення розрахункових моделей механізації передньої крайки крила.
19. Особливості створення розрахункових моделей механізації задньої крайки крила.
20. Особливості створення розрахункових моделей інтерцептора крила.
21. Особливості створення розрахункової моделі для гвинтового рушія літального апарату.
22. Особливості створення розрахункової моделі для реактивного рушія літального апарату.

23. Особливості створення розрахункової моделі для систем газодинамічного реверсу літального апарату.
24. Алгоритм визначення вихідних даних транспортного літака в крейсерській конфігурації.
25. Алгоритм визначення ефекту інтерференції крила з фюзеляжем.
26. Алгоритм визначення параметрів розрахункової моделі компоновки крило+фюзеляж.
27. Алгоритм визначення ефективності механізації.
28. Алгоритм визначення параметрів оперення літака, що проектується.
29. Параметричні моделі визначення ефективності оперення.
30. Вибір та подальшої оптимізації параметрів розрахункової моделі літака із наявністю працюючого рушія
31. Баланс рівня обчислюваної ефективності та точності розрахунку.
32. Досягнення оптимального рівня обчислюваної ефективності та точності розрахунку.
33. Оптимізація розрахункової сітки під режим польоту транспортного літака

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом Зінченко Дмитром Миколайовичем, к.т.н.

Ухвалено кафедрою АРБ (протокол № 11 від 17.06.20)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № 2 від 22.06.20)