

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
В. В. Павліков
(підпис) (ініціали та прізвище)
2020 р.
Відділ аспірантури і докторантури

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Інтегровані комп'ютерні системи моделювання об'єктів
та технологій виробництва АРКТ**
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-наукова програма: «Матеріалознавство»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Харків 2020 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Інтегровані комп'ютерні системи моделювання об'єктів
та технологій виробництва АРКТ
(назва дисципліни)

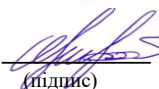
для здобувачів за спеціальністю 132 "Матеріалознавство"
освітньо-науковою програмою "Матеріалознавство"
«28» 08 2020 р., – 13 с.

Розробник: доцент кафедри, к. т. н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

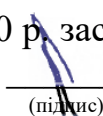
С. Є. Маркович
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП доцент каф. 202, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Ю. В. Широкий
(прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від « 28 » 08 2020 р. засідання кафедри № 204
Завідувач кафедри д. т. н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

А. І. Долматов
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В. Б. Селевко

(ініціали та прізвище)

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)


(ініціали та прізвище)

Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7,5	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» Спеціальність 132 «Матеріалознавство» Освітньо-наукова програма «Матеріалознавство» Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		2020/2021
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр
Загальна кількість годин – 225 год		4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,1875 самостійної роботи студента – 8,875		Лекції*
		51 год.
		Практичні, семінарські*
		32
		Лабораторні
		–
		Самостійна робота
		142 год.
		Вид контролю
		модульний контроль, іспит

Примітки.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 83/142.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – отримати базові знання та навички з основ комп'ютерного моделювання об'єктів та технологій виробництва деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Завдання – засвоєння основних положень про функції, особливості, області застосування сучасних систем комп'ютерного моделювання об'єктів та технологій виробництва деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Згідно з вимогами освітньо-професійних програм аспірант повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Фахові компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у технічній науці та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з технічних наук та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в технічній науці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, з метою їх представлення на міжнародних конференціях, симпозіумах.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09 Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в технічних науках.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з технічних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН02. Уміти вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми технічної науки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН03. Уміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН05. Уміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з технічних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Уміти застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН07. Уміти розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми технічних наук з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН08. Має розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері технічних наук та у викладацькій практиці.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації технічних наук.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з технічних наук.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

Міждисциплінарні зв'язки:

базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Матеріалознавство авіаційної та ракетно-космічної техніки та новітні зварювальні технології», «Процеси механічної та фізико-технічної обробки, обладнання та інструменти», «Іноземна мова», «Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ» та є базою для проведення експериментальних досліджень і написання дисертаційної роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи комп'ютерного проектування об'єктів АРКТ.

Тема 1. Введення в навчальну дисципліну "Інтегровані комп'ютерні системи моделювання об'єктів та технологій виробництва деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки".

Предмет вивчення і задачі дисципліни "Інтегровані комп'ютерні системи моделювання об'єктів та технологій виробництва деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки". Сучасні системи комп'ютерного моделювання та їх області застосування.

Тема 2. Загальні відомості про CAD/CAM/CAE системи.

Основні визначення. Стадії проектування. Види CAD/CAM/CAE систем. Види забезпечення САПР. Класифікація САПР за галузевим призначенням. Класифікація САПР за цільовим призначенням і їх базові функції.

Тема 3. Моделювання, конструювання та оптимізація в CAD/CAM/CAE системах.

Принципи моделювання. Автоматизація розробки і виконання конструкторської документації. Призначення основних систем проектування. Підходи і методи проектування у САПР.

Змістовий модуль 2. Сучасні CAD системи та їх застосування

Тема 4. Система середнього рівня AutoCAD

Базові можливості системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції AutoCAD. Особливості робочого середовища AutoCAD: Багатозадачна середа проектування Multiple Design Environment (MDE), автоматична прив'язка і автотрасування, прямий доступ через браузер, асоціативні розміри, робота з атрибутами, технологія eTransmit, колективна робота над проектом.

Тема 5. Спеціалізовані рішення від AutoCAD

Mechanical Desktop та її можливості по створенню робочої документації для проектування твердотільних деталей, поверхонь і збірок в тривимірному просторі.

Mechanical Desktop Power Pack та її бібліотека 2D- і 3D-деталей, отворів, технологічних і конструктивних елементів, профілів; 2D- і 3D-інженерні розрахунки; засоби інтелектуального розміщення стандартних деталей.

AutoCAD LT - легка САПР система для створення двовимірних креслень та іншої конструкторської документації.

Тема 6. Система середнього рівня SolidWorks

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції SolidWorks.

Модулі проектування: Модуль проектування прес-форм MoldBase, Модуль проектування прес-форм MoldWorks, Модуль механообробки CAMWorks, Модуль механічної і електроерозійної обробки Mastercam, Модуль для розведення електричних кабелів Embassy, Модуль проектування трубопроводів і бібліотека стандартному виробів SolidWorks Piping.

Розрахункові модулі: Інженерний калькулятор і бібліотека MechSoft-PROFI, Модуль розрахунку розмірних ланцюгів SigmundWorks, Модуль кінематичного аналізу Dynamic Designer (ADAMS), Модуль розрахунку на міцність CosmosWorks, Модуль Аерогідродинамічний розрахунків FlowVision, Додаткові модулі SolidWorks.

Тема 7. Системи bCaD, T-FLEXCAD та ADEM

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції систем.

Інтегрований пакет для двовимірного креслення, об'ємного моделювання і реалістичної візуалізації для ін-женерів, архітекторів і дизайнерів bCAD.

T-FLEX CAD - комплекс програм для параметричного проектування і моделювання, проектування зборок і виконання складальних креслень з повним набором функцій створення і редагування.

Пакет програм ADEM (Omega Technologies Ltd.) - система наскрізного проектування. Спектр завдань від формування вигляду виробу до підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ, включаючи повний комплект конструкторської та технологічної документації.

Тема 8. Система Autodesk Inventor, як новий етап розвитку систем середнього рівня

Базові можливості і конфігурації системи для великих проектів. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції Autodesk Inventor., Параметризація, спільна робота над проектами, можливості роботи з великими проектами, сумісність з пакетами AutoCAD и Mechanical Desktop

Тема 9. 3D- і 2D-системи моделювання і випуску конструкторської документації CADkey (Baystate Technologies, США) як 3D-графічний пакет для проектування, твердотільного, поверхневого і каркасного моделювання, візуалізації і документування простих і складних деталей і складальних одиниць.

CADdy (ZIEGLER-Informatics GmbH) як система середнього рівня для вирішення комплексних інтегрованих технологій від стадії проектування до стадії виробництва SolidEdge (Unigraphics Solutions) як система середнього рівня для автоматизованого конструювання, призначених для розробки складальних вузлів і геометричного моделювання окремих деталей.

think3 (think3, Inc.) - як система середнього рівня. Двовимірне проектування, тривимірне поверхневе і твердотільне моделювання, проектування виробів з листових матеріалів, асоціативність двовимірного креслення з тривимірною моделлю, фотореалістичне представлення проекту.

Змістовий модуль 3. Сучасні САЕ системи та їх застосування

Тема 10. Система ANSYS

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції системи.

Статичний і динамічний аналіз конструкцій з урахуванням геометричної та фізичної нелінійності, повзучості і пластичності, лінійної і нелінійної стійкості конструкцій,

стаціонарних і нестаціонарних задач тепло-фізики з урахуванням фазового переходу, гідрогазодинаміка.

Тема 11. Система LS-DYNA3D

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції системи.

Високонелінійні і швидкоплинні процеси, Надпластичні деформування, руйнування, пов'язані завдання.

Тема 12. Система CADfix

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування.

Тема 13. Система Unigraphics

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування.

Структура та функції системи. Базові модулі та види механічної обробки (Planar Milling, Fixed-Axis Milling и Variable-Axis Milling⁶ Lathe), обробка листового матеріалу (Sheet Metal Design/Fabrication/Nesting).

Тема 14. Система Mastercam

Базові можливості і конфігурації системи. Переваги та недоліки. Області застосування. Структура та функції системи.

2-5-координатне фрезерування, токарна, ерозійна і лазерна обробка, проектування прес-форм.

Змістовий модуль 5. Адитивні технології

Тема 15. Базові технології та їх характеристики

Характеристики сучасних технологій. Сфери застосування технологій у проектуванні та виробництві АРКТ. Переваги та недоліки існуючих технологій.

Тема 16. Лазерна стереолітографія (SLA) та моделювання методом наплавлення (FDM)

Суть методів. Характеристики обладнання. Матеріали, що застосовуються. Характеристики моделей.

Тема 17. Технології лазерного спікання і лазерної плавки (SLS, DMLS і SLM)

Суть методів. Характеристики обладнання. Матеріали, що застосовуються. Характеристики моделей.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Системи комп'ютерного проектування об'єктів АРКТ						
Тема 1. Введення в навчальну дисципліну "Інтегровані комп'ютерні системи моделювання об'єктів та технологій виробництва деталей АРКТ".	3	1	2	–	–	–
Тема 2. Загальні відомості про CAD/CAM/CAE системи.	6	4	–	–	–	2
Тема 3. Моделювання, конструювання та оптимізація в CAD/CAM/CAE системах.	10	4	4	–	–	2
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	19	9	6	–	–	4
Змістовий модуль 2. Сучасні CAD системи та їх застосування						
Тема 4. Система середнього рівня AutoCAD	14	4	4	–	–	6
Тема 5. Спеціалізовані рішення від AutoCAD	8	2	–	–	–	6
Тема 6. Система середнього рівня SolidWorks	20	4	4	–	–	12
Тема 7. Системи bCaD, T- FLEXCAD та ADEM	8	2	–	–	–	6
Тема 8. Система Autodesk Inventor, як новий етап розвитку систем середнього рівня	18	6	6	–	–	6
Тема 9. 3D- і 2D-системи моделювання і випуску конструкторської документації	8	2	–	–	–	6
<i>Разом за змістовним модулем 2</i>	76	20	14			42
Модуль 2						
Змістовий модуль 3. Сучасні CAE системи та їх застосування						
Тема 10. Система ANSYS	26	4	6	–	–	16
Тема 11. Система LS- DYNA3D	8	2	–	–	–	6
Тема 12. Система CADfix	10	2	–	–	–	8
<i>Разом за змістовним модулем 3</i>	44	8	6	–	–	28
Змістовий модуль 4. Сучасні CAM системи та їх застосування у виробництві об'єктів АРКТ						
Тема 13. Система Unigraphics	24	4	4	–	–	16
Тема 14. Система Mastercam	10	2	–	–	–	8
<i>Разом за змістовним модулем 4</i>	34	6	4	–	–	24
Змістовий модуль 5. Адитивні технології						
Тема 15. Базові технології та їх характеристики	14	2	–	–	–	12
Тема 16. Лазерна стереолітографія (SLA) та моделювання методом наплавлення (FDM)	24	4	4	–	–	16
Тема 17. Технології лазерного спікання і лазерної плавки (SLS, DMLS і SLM)	14	2	–	–	–	12
<i>Разом за модулем 5</i>	54	8	6			40
Усього годин	225	51	32	–	–	142

5. Теми семінарських занять

немає

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Види забезпечення САПР. Класифікація САПР за цільовим призначенням і їх базові функції.	2
2.	Автоматизація розробки і виконання конструкторської документації. Підходи і методи проектування у САПР.	2
3.	Система середнього рівня AutoCAD: прямий доступ через браузер, технологія eTransmit, колективна робота над проектом	6
4.	Mechanical Desktop Power Pack та її бібліотека 2D- і 3D-деталей, отворів, технологічних і конструктивних елементів, профілів; 2D- і 3D- інженерні розрахунки; засоби інтелектуального розміщення стандартних деталей.	6
5.	Розрахункові модулі SolidWorks: Інженерний калькулятор і бібліотека MechSoft-PROFI, Модуль розрахунку розмірних ланцюгів SigmundWorks, Модуль кінематичного аналізу Dynamic Designer (ADAMS), Модуль розрахунку на міцність CosmosWorks, Модуль Аерогідродинамічний розрахунків FlowVision,	12
6.	Інтегрований пакет для двовимірного креслення, об'ємного моделювання і реалістичної візуалізації для ін-женерів, архітекторів і дизайнерів bCAD.	6
7.	Система Autodesk Inventor: Параметризація, спільна робота над проектами, можливості роботи з великими проектами, сумісність з пакетами AutoCAD и Mechanical Desktop	6
8.	CADdy (ZIEGLER-Informatics GmbH): базові функції, особливості застосування, інтерфейс. think3 (think3, Inc.): Двовимірне проектування, тривимірне поверхневе і твердотельне моделювання, проектування виробів з листових матеріалів, <u>асоціативність двовимірного креслення з тривимірної моделлю</u> .	6
9.	Система ANSYS: Статичний і динамічний аналіз конструкцій, гідрогазодинаміка.	16

10.	Система LS-DYNA3D: швидкоплинні процеси, надпластичне деформування, руйнування, пов'язані завдання.	6
11.	Система CADfix: Передача геометрії між CAD / CAM / CAE системами і "лікування" геометричних проблем, відновлення втрачених геометричних примітивів і усунення розривів в моделі.	8
12.	Система Unigraphics: Базові модулі та види механічної обробки (Planar Milling, Fixed-Axis Milling и Variable-Axis Milling ⁶ Lathe), обробка листового матеріалу (Sheet Metal Design/Fabrication/ Nesting).	8
13.	Система Mastercam: 2-5-координатне фрезерування, токарна, ерозійна і лазерна обробка, проектування прес-форм.	16
14.	Базові технології та їх характеристики: Нови технології, сфери їх застосування у проектуванні та виробництві АРКТ.	12
15.	Лазерна стереолітографія (SLA) та моделювання методом наплавлення (FDM): Сучасне обладнання та матеріали. Характеристики обладнання. Фізико-механічні характеристики моделей.	16
16.	Технології лазерного спікання і лазерної плавки (SLS, DMLS і SLM): Сучасне обладнання та матеріали. Характеристики обладнання. Фізико-механічні характеристики моделей.	12
	Разом	142

9. Індивідуальні завдання

немає

10. Методи навчання

Лекційні заняття, практичні заняття, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів з навчально-методичною літературою, посібниками та електронними ресурсами.

11. Методи контролю

Моніторинг відвідування занять, контроль результатів практичних занять, модульні контрольні опитування, екзамен.

12.1. Розподіл балів, які отримують аспіранти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Виконання та захист семінарських занять	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Всього за семестр			0...100

12.2. Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

“відмінно” – при повному та якісному оволодінню всією програмою лекційно-практичного циклу, при вмінні самостійно виконувати наукові, інженерні і технологічні задачі, пов’язані з розробкою і вдосконаленням технологічних процесів виготовлення деталей аерокосмічної техніки;

“добре” – при неповному, але якісному оволодінні програмою, що дозволяє самостійно вирішувати наукові, інженерні і технологічні задачі профілю;

“задовільно” – при неповному та посередньому оволодінні програмою, що дозволяє вирішувати наукові і технологічні задачі зі сторонньою кваліфікованою допомогою;

“незадовільно” – при частковому оволодінні програмою, невмінні самостійно вирішувати наукові і технологічні задачі навіть зі сторонньою кваліфікованою допомогою

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

12. Методичне забезпечення

1. Воробйов Ю.А., Сисоєв Ю.О. Правила оформлення навчальних і науково-дослідних документів. – 4-те вид., випр. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 88 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vorobjov_Pravila.pdf
2. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів : навч. посібник / О. Ф. Бабічева, С. М. Єсаулов ; Харків, нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. - 355 с
3. Інженерна комп'ютерна графіка : підручник / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. - Львів : Український бестселер, 2012. - 600 с.

12. Рекомендована література

Базова

3. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко - Х.: ХДУХТ, 2017 Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування. - Рівне : НУВГП, 2008.- 136с.
4. Большаков В.П., Бочков А.Л., Лячек Ю.Т., Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. —СПб.; Питер, 2015.-480 с.
5. Абросимов, С.Н. Основы компьютерной графики САПР изделий машиностроения: учебное пособие / С.Н. Абросимов; Балт. гос. техн. ун-т. - СПб., 2014. - 206 с.
6. Тремблей Т. Autodesk Inventor 2013 и Autodesk Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс. - М.: ДМК Пресс, 2013. - 344 с.: ил.
7. Чумаков О. А. Основы систем автоматизированного проектирования: учеб. - метод. пособие / О. А. Чумаков, Н. А. Стасевич. - Минск^: БГУИР, 2012, - 95 с.
8. Басов, К.А. ANSYS в примерах и задачах. Под общ. ред. Красовского / К.А. Басов. М.: Компьютер Пресс, 2002.
9. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Кортиков С.Б., Лаптев И.В., Осюк В.А. NX для конструктора-машиностроителя.— Москва: ИД ДМК Пресс, 2009. — 376 с. — ISBN 978-5-94074-590-7 УДК 681.3.068.5015 ББК 34.42 К63
10. Муленко В.В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. Учебное пособие. - М.: РТУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2015 - 73 с.

Допоміжна

1. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций / В.Н. Малюх М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Большаков, В.П. Инженерная и компьютерная графика: учебник для ву-зов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. БХВ-Петербург, 2012.
3. Большаков, В. Основы 3D-моделирования: учебный курс / В. Большаков, А. Бочков. Питер, 2012.
4. Голованов, Н.П. Геометрическое моделирование: учебник для учреждений высш. проф. образования / Н.Н. Голованов. М.: Изд. центр «Академия», 2011.
5. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — ISBN 978-5-94074-551 -8
6. Сазонов, А.А. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2011/ А.А. Сазонов М.:

ДМК.: Пресс, 2011.

7. Ушаков Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 208с.
8. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб, для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп.. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с. — ISBN 978-5-7038-3275-2
9. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств: учеб, пособие для студ. высш, учебн. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 384 с. — ISBN 978-5- 7695-6256-3
10. Хохленков, Р.В. Solid Edge с синхронной технологией / Р.В. Хохленков М.: ДМК Пресс. 2010.
11. Яблочников Е.И., Куликов Д.Д.. Моделирование приборов, систем и производственных процессов / Учебное пособие - СПб: СПбГУИИ МО, 2008. - 155 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <https://education.khai.edu/department/204>

Сайт бібліотеки ХАІ <http://library.khai.edu>