

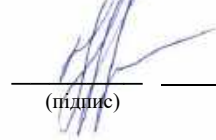
Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1



(підпис)

Сергій НИЖНИК

(ініціали та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

СІЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Системи технічної підготовки виробництва АРКТ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ G Інженерія, виробництво та будівництво
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування напряму підготовки)

Освітня програма: _____ Авіаційні двигуни та енергетичні установки,
Ракетно-космічна техніка
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2025 рік

Розробник: І. В. Зорік, к.т.н., доцент каф.204
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____
технології виробництва авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 12 від « 26 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри, к.т.н., професор _____

(підпис)

Сергій НИЖНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Представник здобувачів освіти:

(підпис)

Петров РОМАН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



Зорік Ігор Володимирович, к.т.н., доцент, доцент кафедри 204.

З 1997 на кафедрі технологій виробництва авіаційних двигунів в Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» викладає наступні дисципліни:

- Комп'ютерні технології проектування;
- Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва;
- Програмування верстатів з ЧПК з використанням CAD/CAM систем;
- Системи технічної підготовки виробництва АРКТ.

До наукової діяльності слід віднести держбюджетну тематику: «Наукові основи створення і обробки нових матеріалів, що підвищують життєвий цикл авіаційних двигунів» (№ ДР 0103U004082 2006-2008 рр.);

«Теоретичні основи створення захисних нанокompозитних покриттів на високонавантажених елементах конструкцій авіаційних двигунів» (№ ДР 01121U001320 2012-2014 рр.), та ін.

Співпраця з закордонними підприємствами і науково-дослідницькими установами.

Виконавець проекту «Cold Spray Radical Solutions for Aeronautic Improved Repairs (CORSAIR)» Рамкової програми Європейського Союзу «FP7-TRANSPORT» (грантова угода № 605207). Термін виконання проекту з 01.06.2013 по 30.11.2016 рр.

З 2019-го року є виконавцем науково-дослідної роботи «Інноваційні технології електрохімічного подавлення й електромагнітного розкладення для зменшення викидів NOx в авіаційних двигунах (DENOX)» Рамкової програми Європейського Союзу «Горизонт 2020» (грантова угода № 831848).

I.Zorik@khai.edu / 099-635-79-24

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	7
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (96 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 64, СРЗ – 54);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Структурно-логічні міждисциплінарні зв'язки базуються на всіх навчальних дисциплінах з попередніх семестрів, а також на професійно-орієнтованих: «єрна та комп'ютерна графіка», «Деталі машин та основи конструювання», «Технології конструкційних матеріалів», «Економіка та управління в аерокосмічній галузі», «Композитні конструкції в РКТ».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: підготовка фахівців здатних розробляти конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки з застосуванням новітніх способів виробництва. Вивчення комплексу інформаційних технологій і систем технічної і технологічної підготовки виробництва виробів що є глобальним напрямком удосконалення світового виробництва авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ).

Завдання: способів виробництва авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ), зокрема адитивних технологій, сформувати у студентів поняття о принципах підготовки виробництва виробів, з урахуванням способів прототипування які використовуються у промисловості.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні компетентності:

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (Фахові) компетентності:

Усвідомлення історії, сучасного стану, проблем та перспектив розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.

Здатність обґрунтовувати вибір клас матеріалів для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок.

Здатність виконувати інженерні та управлінські роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій.

Програмні результати навчання:

Знати і розуміти засади фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі авіаційної та/або ракетно-космічної техніки.

Приймати ефективні рішення при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організовувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.

Складати звітну документацію за результатами розв'язання складних професійних (науково-технічних) задач, презентувати виконані дослідження у вигляді наукових звітів публікацій, доповідей на конференціях тощо.

Обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, обирати і застосовувати ефективні методи модифікації їх властивостей.

Розраховувати економічну ефективність виробництва елементів та систем авіаційної ракетно-космічної техніки.

Обґрунтовано призначати показники якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів при формулюванні та розв'язанні науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту,

складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу.

Організовувати виконання складних завдань у професійній діяльності колективом.

Застосовувати сучасні методи та засоби конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, в тому числі комп'ютеризованого гнучкого виробництва, складання і випробування елементів та систем сучасної авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Розраховувати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, яке використовується в галузі.

Використовувати на практиці сучасні методи та засоби проектування, виробництва.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1 Технічна підготовка виробництва при створення і освоєння нової техніки

ТЕМА 1. Основи технічної підготовки виробництва (ТПВ).

Характеристика ТПВ. Поняття системи створення і освоєння нової техніки. Наукова підготовка виробництва (НПВ).

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій. Розглянути поняття життєвого циклу виробів.

ТЕМА 2. Загальні складові технічної підготовки виробництва (ТПВ).

Конструкторська підготовка виробництва (КПП). Технологічна підготовка виробництва (ТПВ). Організаційна підготовка виробництва (ОПВ). Виробнича потужність. Основні норми і нормативи ТПВ. Планування ТПВ.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій.

ТЕМА 3. Планування мереж підготовки виробництва.

Мережеві графіки і програмно-цільові методи. Розробка мережевого графіка технічної підготовки виробництва нового виробу. Побудова мережевого графіка на основі переліку даних робіт. Визначення очікуваної тривалості робіт. Розрахунок параметрів мережного графіка.

Практичне заняття: Застосування діаграми Ганта у сфері управління проектами.

Самостійна робота: Структура САПР, автоматизовані системи в промисловості, огляд CALS-технологій. Ступені проектування автоматизованих систем. Ступені проектування автоматизованих систем. Розробка мережевих графіків та їх оптимізація

ТЕМА 4. MRP- і ERP-системи.

Планування потреб в матеріалах. Еволюція MRP. Перехід від MRP до MRPII. Структура управління. Функції ERP-систем. Управління складом продукції. Технологічні маршрути. Управління витратами. Управління фінансами. Управління кадрами.

Практичне заняття: Розробка мережевого графіка технічної підготовки виробництва нового виробу при зміні технології тривалість критичного шляху.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій. Типи, та порівняння сучасних САПР в галузі машинобудування. Основні функції CAD/CAE/CAM-систем.

ТЕМА 5. Базові поняття і принципи розробки технологічних операцій в середовищі SolidCam.

Визначення геометрії оброблюваної деталі для токарної фрезерної і свердлильної обробки. Створення геометрії ріжучого інструменту для обробки.

Практичне заняття: Створення РТК по наданому варіанту корпусної деталі з конструктивними елементами зовнішнього та внутрішніх контурів, отворів та побудова керуючої програми. Схеми обробки об'ємних поверхонь. Особливості об'ємного фрезерування, п'ятикоординатне фрезерна обробка Програмування автоматичного формування траєкторії інструменту при фрезеруванні.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій. Огляд токарного інструменту провідних виробників ISCAR, KORLOY та ін.

ТЕМА 6. Модуль високошвидкісної фрезерної обробки в середовищі SolidCam..

Визначення оброблюваної геометрії. Створення геометрії ріжучого інструменту для обробки. Визначення оптимальних режимів різання для високошвидкісної фрезерної обробки.

Практичне заняття: Проектування УП та визначення оптимальних режимів різання для високошвидкісної фрезерної обробки.

Самостійна робота: Особливості високошвидкісної фрезерної обробки. Програмування формування траєкторії інструменту при високошвидкісному фрезеруванні.

Змістовний модуль №2 Адитивні технології для створення конструкцій АРКТ

ТЕМА 7. Введення в адитивні технології.

Історія розвитку. Основні характеристики процесу, вибір процесу в залежності від початкових матеріалів. Переваги адитивних технологій та їх недоліки.

Практичне заняття: Загальні вимоги при проектуванні операцій на верстатах з ЧПК у середовищі SolidCam. Огляд модуля токарної обробки та фрезерної.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій.

ТЕМА 8. Реалізація АТ при конструюванні і використанні АРКТ.

Приклади застосування АТ в АРКТ. Нові можливості. Топологічна та структурна оптимізація конструкції і її реалізація АТ. Ризики та обмеження КР в АТ.

Практичне заняття: Побудова моделі для передачі її на друк.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, Аналіз прикладів реалізації АТ при конструюванні і використанні АРКТ.

ТЕМА 9. Побудова процесу 3Д друку.

Основні етапи. Вимоги для філамента при друку. Матеріал для друку і його вплив на параметри процесу 3Д друку. Проблеми при 3Д друку: реологія матеріалу і способи усунення недоліків при друку.

Практичне заняття: Друк моделі при різних параметрах режиму друку.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій. Вибір параметрів процесу 3Д друку

ТЕМА 10. Створення композитних конструкцій за допомогою 3Д друку

Ефект наповнення та армування полімеру на властивості філамента та параметри друку конструкції, яка виробляється АТ. Розрахунок об'ємного вмісту наповнювача та його критичних розмірів для поліпшення властивостей філамента.

Практичне заняття: Друк зразків при різних схемах заповнення.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, оглянути способи створення композитних конструкцій за допомогою 3Д друку.

ТЕМА 11. Вибір параметрів процесу 3Д друку

Параметри процесу 3Д друку і їх вплив на механічні властивості продукції, що виготовляється конструкції (анізотропія, пористість). Конструктивні та технологічні рекомендації щодо способів поліпшення конструктивно-технологічного рішення конструкції, що створюється

Практичне заняття: Випробування зразків і обробка результатів

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій.

ТЕМА 12. Майбутнє адитивних технологій.

Нові матеріали і філаменти для 3д друку конструкцій. Поліпшення можливостей обладнання: зміна параметрів процесу, застосування додаткових пристроїв, в т.ч. для діагностики якості друку.

Практичне заняття: Побудова об'ємної моделі і друк її з підтримкою. Оцінка усадки і шорсткості моделі після друку.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій. Майбутнє адитивних технологій.

5. Методи навчання

Для викладання курсу застосовуються словесні пояснення, розповіді та бесіди з залученням ілюстративного матеріалу у вигляді презентацій. На практичних роботах студенти самостійно працюють під наглядом викладача.

6. Методи контролю

Поточний контроль здійснюють під час проведення практичних занять, метою якого є перевірка рівня підготовки студента до виконання окремих видів роботи у вигляді опитування. Підсумковий контроль для оцінювання результатів навчання здійснюються у вигляді тестового опитування. Підсумковий контроль складається з балів, що студенти отримали під час проведення практичних занять та результатів тестового опитування

Розподіл балів, які отримують студенти (іспит)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...6	4	12...24
Модульний контроль	18...26	1	18...26

Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	2...4	6	12...24
Модульний контроль	10...30	1	10...26
Усього за семестр			52...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитань, наприклад:

1. Принципи побудови тривимірних моделей, створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. 30 балів
2. Види адитивних технологій, їх характеристика та області застосування. 30 балів
3. Побудувати слайсову модель для 3Д принтера. (Ескіз операції видає викладач) 40 балів

Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74).) Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Проводити розробку керуючих програм для металорізальних верстатів з ЧПК за допомогою майстер моделі середньої складності.

Вміти самостійно давати характеристику адитивних технологій, вміння будувати 3Д модель, підготувати її до друку і здатність завантажити її на 3Д принтер. Уміння обирати параметри друку для розповсюджених полімерів. Вміти скласти технічну документацію при підготовки системи для 3Д друку.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти розробляти керуючі програми для металорізальних верстатів з ЧПК за допомогою майстер моделі будь-якого ступеня складності з урахуванням специфіки виготовлення, застосовуючи як універсальний так і спеціалізований інструмент та технологічне оснащення. Вміти пояснювати параметри друку при зміні матеріалу для друку. Знати проблеми 3Д друку і способи їх усунення. Раціонально обирати схему друку конструкції в залежності від її конструктивного рішення. Знати можливості оптимізації конструктивної схеми і визначати добавки і їх кількість для поліпшення механічних характеристик філаменту для 3Д друку.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі адитивні технології, які використовуються для виготовлення елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки. Вміти будувати складні 3Д моделі, обирати параметри 3Д друку, та їх реалізовувати для різноманітних полімерів. Вносити пропозиції щодо зміни конструктивної схеми виробу з урахуванням можливостей і недоліків системи 3Д друку. Планувати розвиток адитивних технологій та створення конструкцій АРКТ на їх підставі, оцінювати її продуктивність та ефективність.

Шкала оцінювання: бальна та 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

7. Політика навчального курсу

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnudobrochesnist.pdf>).

Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. У разі виконання індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються реферати, які містять не менше 60 % оригінального тексту під час перевірки на плагіат, есе – 70 %.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

8. Методичне забезпечення

1. [Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку \(II частина\) / Г. О. Андрощук // Наука, технології, інновації : науковий журнал / ДНУ "УкрІНТЕІ". - 2017. - № 2. - С. 29-36. - Бібліогр.: 17 назв.](#)
2. [Програмування верстатів з ЧПК з використанням САПР SolidCAM : метод. рекомендації до виконання лаб. робіт, Ч. 1 : Фрезерна обробка / уклад. О.А. Павленко, В.В. Борисевич, О.П. Мельничук. - Х. - Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2009. - 74 с. Шифр: 621.9 П78](#)
3. [Адитивні технології полімерних матеріалів \(огляд\) / О. П. Масючок, М. В. Юрженко, Р. В. Колісник, М. Г. Кораб // Автоматичне зварювання / НАН України, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, МА "Зварювання". - 2020. - № 5. - С. 53-60. - Бібліогр.: 27 назв.](#)
4. [Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D- друку \(I частина\) / Г. О. Андрощук // Наука, технології, інновації : науковий журнал / ДНУ "УкрІНТЕІ". - 2017. - № 1. - С. 68-77. - Бібліогр.: 17 назв.](#)

9. Рекомендована література

Базова.

1. Невлюдов І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 1: підручник для студентів закладів вищої освіти ; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ФОП Панов А.М., 2021. – 604 с. ISBN 978-617-7947-67-6
2. Ловыгин А. А.Теверовский Л. Д. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. Издательство Print2print, 2018.— 280 с. ISBN2000988813171.
3. Овчинников, О.В. Порошкові титанові сплави для адитивних технологій: структура, властивості, моделювання: монографія / О.В. Овчинников, З.А. Дурягіна, Т.Є. Романова, І.А. Лемішка, А.В. Панкратов, В.В. Кулик, Ю.Ф. Басов, М.В. Хазнаферов. – Київ: Наукова думка, 2021. – 196 с.
4. Дегтярьов І. М. Прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання : навчальний посібник / І. М. Дегтярьов, А. О. Нешта, В. О. Колесник. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 256 с
5. Павленко П. М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. — 280 с. ISBN 966–598–253–2.
6. Автоматизовані системи організації та управління виробництвом: курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.В.Медведев. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 101 с.
7. Бабічева О. Ф. 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.ISBN 978-966-695-458-2.
8. Гуліда Е.М., Ядченко О.О., Ступницький В.В. Гнучкі виробничі системи для механічної обробки. – Львів: Світ, 1992. – 152 с.
9. Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем : підручник Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017. 804 с.
10. Ладанюк А.П., Луцька Н.М., Кишенько В.Д. Методи сучасної теорії управління. Київ: Ліра-К, 2018. 368 с.
11. Раскін Л. Г., Сіра О. В., Кожевников Г. К. Методи аналізу систем і прийняття рішень в умовах невизначеності: підручник. Харків : Факт, 2023. 256 с.

Додаткова.

12. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. 2008. Издательство: БХВ-Петербург. -1040 с. Шифр: 004 УДК: 004.896 ISBN: 978-5-94157-994-5.
13. Дударева Н.Ю., Загайко С.А. SolidWorks 2009 для начинающих. 2009. СПб. Издательство: БХВ-Петербург. -448 с. Шифр: 004 УДК: 004.896 ISBN: 978-5-9775-0392-1.

10. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: <http://10.2.1.204/>

Бібліотека ХАІ: [Електронний каталог - Науково-технічна бібліотека ХАІ \(khai.edu\)](http://khai.edu)

SOLIDCAM Web: [SolidCAM 2021](http://www.solidcam.com/ru/podpiska/dokumentacija/solidcam-2021)

(<https://www.solidcam.com/ru/podpiska/dokumentacija/solidcam-2021>)