

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



(підпис)

А. О. Бреус

(ініціали та прізвище)

30 серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
Проектування гучких автоматизованих виробництв
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інженерія логістичних систем»
(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Проектування гнучких автоматизованих виробництв»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 131 «Прикладна механіка»

спеціалізацією: «Інженерія логістичних систем»

“ 18 ” червня 2021 року – 11 с.

Розробник: Руденко Н.В., доцент кафедри теоретичної механіки,

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н.



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем (№ 202)

(назва кафедри)

протокол № 11 від " 30 " червня 2021 р.

Завідувач кафедри 202 д.т.н., професор  О.О. Баранов

(підпис)

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів 7	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u>	Вибіркова
Модулів 1	Спеціальність <u>131 «Прикладна механіка»</u>	Рік підготовки: 2021 / 2022
Змістових модулів 2		Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання Проектування гнучкого автоматизованого виробництва для заданої деталі		2-й
Загальна кількість годин 96 / 210	Рівень вищої освіти <u>другий (магістерський)</u>	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 7,125		32 год.
		Практичні, семінарські
		32 год.
		Лабораторні
		32
		Самостійна робота
114 год.		
	Вид контролю	
	іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить для денної форми навчання – $96/114 = 0,84$

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчання – формування знань і навичок щодо реалізації розроблених виробничих процесів при впровадженні новітнього обладнання, технічного переозброєння, реконструкції виробництва та створенні гнучких автоматизованих цехів.

Завдання – здобуття теоретичних знань та сучасних методів проектування логістичних систем на виробництві, що засновано на останніх наукових і технічних даних, а також принципи побудови автоматизованих виробничих процесів, що забезпечують високу продуктивність і техніко-економічну ефективність.

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

1) Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК5. Здатність розробляти та управляти проектами;
- ЗК6. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);
- ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

2) Фахові компетентності спеціальності (ФК):

- ФК1. Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування;

- ФК3. Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків;
- ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей;
- ФК6. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки;
- ФК8. Здатність генерувати нові ідеї та уміння обґрунтування нових інноваційних проєктів та просування їх на ринку.
- ФК10. Здатність зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, знань та пояснень до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності. Здатність зрозуміти роботу інших, давати і отримувати чіткі інструкції

Програмні результати навчання: в результаті засвоєння курсу «Проєктування гнучких автоматизованих виробництв»:

- ПРН2 – показати знання принципів побудови і функціонування систем автоматизації технологічних досліджень, проєктно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;
- ПРН9 – продемонструвати знання та розуміння основ організації виробничого процесу.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Проєктування гнучких автоматизованих виробництв» базується на загальних знаннях з дисципліни «Економіко-математичні методи і моделі в логістиці» та є базою для проходження «Переддипломної практики» і написання дипломного проєкту магістра.

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль № 1. Проєктування інтегрованих роботизованих виробництв

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Проєктування гнучких автоматизованих виробництв».

Основні характеристики ГАВ. Терміни та визначення. Гнучкість верстатних систем. Місце гнучких систем в промисловому виробництві. Елементи технологічного процесу в умовах ГАВ. Технологічність виробу в умовах ГАВ.

ТЕМА 2. Методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації.

Метод пошуку Парето-ефективних рішень. Метод вирішення багатокритеріальних задач оптимізації з використанням узагальненого (інтегрального) критерію. Порядок проведення силових експериментів і апроксимації результатів вимірювань (отримання математичних моделей). Аналітична обробка експериментальних даних методом найменших квадратів. Математичне моделювання пружних деформацій в технологічній системі.

ТЕМА 3. Математичне моделювання точності обробки деталей на верстатах.

Основні фактори, що визначають похибка обробки деталей. Розрахунково-аналітичний метод визначення точності обробки. Моделювання точності обробки деталей на основі динамічних характеристик верстатів.

ТЕМА 4. Математичне моделювання управління продуктивністю, собівартістю і точністю обробки деталей на металорізальних верстатах.

Моделювання зв'язків продуктивності і точності операцій металообробки зі зміною вхідних параметрів. Ідея адаптивного управління процесом обробки. Моделювання управління продуктивністю, собівартістю і точністю обробки деталей на верстатах з ЧПУ. Адаптивні системи граничного регулювання. Адаптивні системи оптимального управління.

ТЕМА 5. Об'ємне планування роботи технологічних верстатних систем.

Об'ємне планування роботи механічного ділянки при досягненні максимального завантаження технологічного обладнання. Задача про мінімальне завантаженні обладнання. Задача про оптимальний розподіл деталей по верстатам. Задача про виробництво продукції при обмежених запасах сировини.

Змістовний модуль № 2. Проектування гнучких автоматизованих цехів

ТЕМА 6. Основи теорії масового обслуговування.

Поняття випадкового процесу. Марковський випадковий процес. Потоки подій. Рівняння Колмогорова для ймовірностей станів. Фінальні ймовірності станів. Завдання теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування. Одноканальна система масового обслуговування з відмовами. N-канальна система масового обслуговування з відмовами (завдання Ерланга). Можливі постановки задач оптимізації N-канальної системи масового обслуговування з відмовами.

ТЕМА 7. Основи теорії продуктивності і надійності автоматичних і автоматизованих верстатних систем.

Основні поняття про продуктивності і надійності автоматичних ліній. Розрахунок продуктивності гнучких виробничих систем.

ТЕМА 8. Продуктивність і надійність автоматичних і автоматизованих верстатних систем.

Продуктивність і надійність заблокованих автоматичних ліній. Продуктивність і надійність гнучких виробничих систем.

ТЕМА 9. Оперативно-календарне планування в технологічних системах на основі теорії розкладів.

Елементи (основи) теорії розкладів. Формування розкладу роботи обладнання методами лінійного і динамічного програмування.

ТЕМА 10. Технологічне проектування ГАВ.

Технологічний процес як основа ГАВ. Послідовність розробки проекту ГАВ. Організаційне проектування ГАВ. Оптимальна структура гнучких систем. Компонування ГПС у цеху. Автоматизація проектування ГАВ. Моделювання ГАВ.

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. Проектування інтегрованих роботизованих виробництв						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Проектування гнучких автоматизованих виробництв»	18	2	2	2	-	12
Тема 2. Методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації	18	2	2	2	-	12
Тема 3. Математичне моделювання точності обробки деталей на верстатах	22	2	4	4	-	12
Тема 4. Математичне моделювання управління продуктивністю, собівартістю і точністю обробки деталей на металорізальних верстатах	23	4	4	4	-	11
Тема 5. Об'ємне планування роботи технологічних верстатних систем	22	4	4	4	-	10
Модульний контроль 1	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	105	16	16	16	-	57
Змістовий модуль 2. Проектування гнучких автоматизованих цехів						
Тема 6. Основи теорії масового обслуговування	22	2	2	2	-	10
Тема 7. Основи теорії продуктивності і надійності автоматичних і автоматизованих верстатних систем	17	2	2	2	-	11
Тема 8. Продуктивність і надійність	24	2	4	4	-	12

автоматичних і автоматизованих верстатних систем						
Тема 9. Оперативно-календарне планування в технологічних системах на основі теорії розкладів	24	4	4	4	-	12
ТЕМА 10. Технологічне проектування ГАВ	24	4	4	4	-	12
Модульний контроль 2	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	105	16	16	16	-	57
Усього годин	210	32	32	32	-	114

5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оцінка гнучкості виробничих систем при визначенні їх економічної ефективності та доцільності застосування ДПС в різних виробничих умовах	2
2	Визначення цільової функції у багатокритеріальних задач оптимізації	2
3	Розрахунок однієї зі складових похибок обробки, викликані неточністю настройки інструменту на розмір для верстатів з ЧПУ	4
4	Прогнозування точності обробки деталей на плоскошліфувальних верстатах, а також на верстатах фрезерно-свердлильно-розточний групи при розточування отворів (некруглість, неціліндричність).	4
5	Визначення кількості деталей кожного найменування, при обробці яких досягається максимальне завантаження устаткування ділянки	4
6	Рішення задач оптимізації технологічної системи за допомогою рівняння Колмогорова. Розрахунок абсолютної і відносної пропускної спроможності СМО і ймовірності того, що заявка, що прийшла в момент часу t , отримає відмову.	2
7	Розрахунок коефіцієнта технічного використання автоматичної лінії. Розрахунок продуктивності гнучких виробничих систем.	2
8	Розрахунок коефіцієнта готовності автоматичної лінії	4
9	Формування розкладу роботи обладнання методами лінійного і динамічного програмування	4
10	Розрахунок річної програми випуску деталей для цеху. Розрахунок вантажопотоків цеху. Визначення площ цеху. Розрахунок загальної потреби цеху у електроенергії, газі, парі, стисненого повітря, воді	4
	Разом	32

6 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Plant Simulation - Creating a Simple Model	2
2	Plant Simulation - Creating Your Own Class	2
3	Plant Simulation - Using an Exit Strategy	2
4	Plant Simulation - Creating Your Own Exit Strategy	2
5	Plant Simulation - Modeling with Workers	2
6	Plant Simulation - Workers Carrying Parts between Workplaces	2
7	Plant Simulation 3D - Basics	2

8	Plant Simulation 3D - Length oriented Objects	2
9	Plant Simulation 3D - Animating Parts	2
10	Plant Simulation 3D - Creating a Hierarchically Structured Model	2
11	Plant Simulation 3D - Animatable Objects	2
12	Plant Simulation - 3D Modeling with the Worker	2
13	Plant Simulation 3D - Creating a Visually Pleasing Model	2
14	Plant Simulation 3D - Animatable Objects Advanced	2
15	Plant Simulation - Using the Experiment Manager	2
16	Plant Simulation - Using the PortalCrane	2
	Разом	32

7 Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

8 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Узагальнена структура ГАВ	12
2	Основні принципи вибору критеріїв оптимальності	12
3	Аналітична обробка експериментальних даних методом найменших квадратів	12
4	Схема формування пружних переміщень і зміщення елементів в технологічній системі і впливу їх на точність обробки	11
5	Розрахункова схема пружної системи плоскошлифовального верстата	10
6	Системи граничного регулювання і оптимального управління.	10
7	Графо-аналітичний метод рішення задач лінійного програмування	11
8	Розмічений граф станів системи	12
9	Склад і види втрат робочого часу при різних термінах спостереження	12
10	Застосування гнучкої технології у виробництві деталей машин	12
	Разом	114

9 Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

10 Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11 Методи контролю

Виконання та захист практичних робіт, виконання та захист РР, письмовий модульний контролю, фінальний контроль (іспит) у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту у вигляді **письмового іспиту** (комплексне завдання). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

12 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист практичних робіт	2...3	5	10...15
Модульний контроль 1	15...25	1	15...25
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	2...3	5	10...15
Модульний контроль 2	15...25	1	15...25
Виконання та захист РР	10...23	1	10...20
Всього за семестр			60...100

12.2 Розподіл балів, які отримують студенти при складанні семестрового іспиту (кількісні критерії оцінювання)

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання	5...15	1	5...15
Практичне завдання: вибрати варіанти правильних відповідей	3...5	5	15...25
Практичне завдання: продовжити відповідь на поставлене запитання	4...6	5	20...30
Задача	20...30	1	20...30
Всього за семестровий іспит			60...100

12.3. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати основні методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації;
- знати сучасне математичне моделювання силової взаємодії в зоні різання при виготовленні деталей на верстатах;
- знати основи теорії продуктивності і надійності автоматичних і автоматизованих верстатних систем;
- знати об'ємне планування роботи технологічних верстатних систем;
- знати основи теорії масового обслуговування.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- критично оцінити стан проблеми проектування гнучкого автоматизованого виробництва в даній практичній ситуації;
- визначати кількості верстатів по техніко-економічними показникам;
- вибрати найбільш ефективну схему планування обладнання та робочих місць у цеху;
- розробити та організувати ефективний рух матеріального потоку в даних виробничих умовах.

12.4. Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Мати уяву про загальне планування механічного цеху та про склад і види витрат робочого часу при роботі автоматичних і автоматизованих верстатних систем. Знати основні методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації. Визначати кількості верстатів по техніко-економічними показникам.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати основні методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації. Знати сучасне математичне моделювання силової взаємодії в зоні різання при виготовленні деталей на верстатах. Знати основи теорії продуктивності і надійності автоматичних і автоматизованих верстатних систем. Знати основи теорії масового обслуговування. Критично оцінити стан проблеми проектування гнучкого автоматизованого виробництва в даній практичній ситуації. Вибрати найбільш ефективну схему планування обладнання та робочих місць у цеху. Розробити та організувати ефективний рух матеріального потоку в даних виробничих умовах.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

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

13 Методичне забезпечення

1. Гнучкі робототехнічні комплекси для механічної обробки : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України / В. М. Павленко, Г. І. Костюк, О. О Баранов [та др.] ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2014. - 168 с. - 978-966-662-335-8

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Gnuchki_Kompleksi.pdf

Навчально-методичний комплекс дисципліни розміщено на <http://library.khai.edu/>, який включає в себе:

- скановану копію робочої програми з дисципліни «Проектування гнучкихавтоматизованих виробництв»;
- розширений план лекцій з дисципліни «Проектування гнучких автоматизованих виробництв»;
- контрольні запитання з дисципліни «Проектування гнучких автоматизованихвиробництв і»;
- перелік навчально-методичного забезпечення з дисципліни «Проектування гнучкихавтоматизованих виробництв»;

- виданий посібник з дисципліні «Проектування гнучких автоматизованих виробництв»;
- рекомендації та вказівки до самостійної роботи з дисципліні «Проектування гнучких автоматизованих виробництв»

14 Рекомендована література

Базова

1. Пуховський Є.С., Малафеев Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування / Навч. посібник. Частина I – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 286 с. – Бібліогр.:с. 277 – 286 – 100 пр. ISBN 978-966-7599-86-7.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36760/1/Posibnyk_GAV1.pdf
2. Мажара В.А., Годунко М.О. Основи гнучкого автоматизованого виробництва. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами спеціальності “Прикладна механіка”. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 32 с.
http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/9037/1/OGAV_MV.pdf
3. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Обладнання автоматизованих виробництв. Частина 2. Автоматичні лінії. Гнучкі виробничі системи. Транспортно-завантажувальні пристрої : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. Д. Манжілевський – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 129 с. ISBN 978-966-641-647-9.
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/51/81/92-1?inline=1>
4. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Мисик М. М. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси: Навчальний посібник. - Львів: “Магнолія 2006”, 2008. - 278 с.
http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/gnuch.pdf

Допоміжна

1. Гибкие производственные модули механической обработки : учеб. пособие , Ч. 1 / Г. И. Костюк, О. О. Баранов, М. С. Романов. - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2010. - 92 с.
<http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2010/Gibkie%20proizvodstvennye%20moduli%20mechaniche%20skoj%20obrabotki.pdf>
2. Гибкие автоматизированные цехи механической обработки : учеб. пособие / Г. И. Костюк, М. С. Романов, О. О. Баранов. - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2010. - 104 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/>
3. Гибкие автоматизированные цехи механической обработки : учеб. пособие , Ч. 2 / Г. И. Костюк, М. С. Романов, О. О. Баранов ; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2011. - 92 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2011/Kostyk_Gibkie.pdf
4. Современные технологические системы в автоматизированном производстве : учеб. пособие / В. Н. Павленко, Г. И. Костюк, О. О. Баранов, М. С. Романов. - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2012. - 104 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Pavlenko_Sovremennie.pdf
5. Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении: Альбом схем и чертежей : учеб. пособие / Ю. М. Соломенцев, К. П. Жуков, Ю. А. Павлов, Ю. В. Копыленко [та др.] ; Соломенцев Ю.М. - М. - Машиностроение, 1989. - 192 с. :ил. - 5-217-00230-1

15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202https://k202.tilda.ws/>
<https://www.youtube.com/watch?v=HUayvHqQuIE>
https://www.youtube.com/watch?v=cOqz_rSdnQk
<https://www.youtube.com/watch?v=dzmnL3IUUC8>
<https://www.youtube.com/watch?v=jud6hNqNZwU>
<https://www.youtube.com/watch?v=81y3WXMs0dk>
<https://www.youtube.com/watch?v=YeVcBrzvdjo>
<https://www.youtube.com/watch?v=WT89VIy4hhY>
<https://www.youtube.com/watch?v=JXovFobXTIE>
<https://www.youtube.com/watch?v=AELAan2PuD4>
<https://www.youtube.com/watch?v=YEpEhraLA7I>
<https://www.youtube.com/watch?v=4k6x0fc9iBQ>
https://www.youtube.com/watch?v=P7J_0lXhOmk
<https://www.youtube.com/watch?v=o-BTyUY3RhY>
<https://www.youtube.com/watch?v=UpUQ0vR6SRs>
<https://www.youtube.com/watch?v=FNUWbd5eWIU>
<https://www.youtube.com/watch?v=3if2mWfoaJY>
https://www.youtube.com/watch?v=7Jbe3ox3_Zo
<https://www.youtube.com/watch?v=P7Hy82tGLPY>