Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)
Кафедра технології машинобудування

# РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
«Технологічні основи гнучких виробничих систем»

| | |
|---|---|
| **рівень вищої освіти** | другий (магістерський) |
| **спеціальність** | 131 Прикладна механіка |
| **назва освітньої програми** | Прикладна механіка |
| **статус** | обов’язкова |

Краматорськ
ДДМА
2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Технологічні основи гнучких виробничих систем» для підготовки фахівців за другим(магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальність 131 Прикладна механіка, освітня програма «Прикладна механіка».

Розробник:

_____ В.І. Тулупов, канд. техн. наук, доцент

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми:

Керівник групи забезпечення:
_____ С.В. Ковалевський, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри технології машинобудування, протокол №____від «___» _____2020 р.

Завідувач кафедри:
_____ С.В. Ковалевський, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету інтегрованих технологій і обладнання
Протокол № ____від «___» _____2020 р.

Голова Вченої ради факультету:
_____О.Г. Гринь, канд. техн. наук, доцент

## 1 Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів 2 (4)</td><td>Галузь знань<br>0505 Машинобудування та матеріалообробка<br>(шифр і назва)</td><td colspan="2" rowspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td>Напрям підготовки<br>6.050502 "Інженерна механіка"<br>(шифр і назва)</td></tr>
<tr><td>Модулів 1</td><td rowspan="5">Спеціальність (професійне спрямування):<br>технології машинобудування</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3(2)</td><td>5-й</td><td>6-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання _____<br><br>(назва)</td><td colspan="2">Триместр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 72 (144)</td><td>2</td><td>17</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 4<br>самостійної роботи студента – 4</td><td rowspan="11">Освітньо-кваліфікаційний рівень:<br>Спеціаліст,<br>магістр.</td><td>18 год.</td><td>12 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>–</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>18 год</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>36 год.</td><td>128 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Вид контролю: екзамен</td></tr>
<tr></tr>
</table>

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 36/36

для заочної форми навчання – 16/128

В дужках – години та кредити для заочної форми навчання.

## 2 Мета і завдання дисципліни

## 2.1 Мета викладання дисципліни

Мета викладання дисципліни «Технологічні основи гнучких виробничих систем» полягає в надбанні основних знань з концепції ГВС, структури і компоновки, взамодій систем забезпечення роботоздатності, технології обробки деталей в умовах різних рівней автоматизації, для забеспечення необхідних якістних показників.

## 2.2 Задачі вивчення дисципліни

У комплекс задач при вивченні дисципліни входять завдання по теоретичній і практичній підготовках. Завданнями теоретичної підготовки є:

1. Вивчення сучасної концепції та оснащення ГВС.
2. Розробка й розрахунок структур і компонувань ГВС.
3. Визначення основних характеристик ГВС для механообробки і складання і методів їх якісної й кількісної оцінок.
4. Вивчення особливостей розробки технологічних і виробничих процесів, які реалізуються в умовах «безлюдної» технології.
5. Дослідження точності виготовлення деталей і керування якісними показниками формування поверхневого шару в процесі механообробки.
6. Оцінка конкурентноздатності продукції й техніко-економічної ефективності проектованого варіанта ГВС.

Завданнями практичної підготовки є:

1. Розробка вихідних даних для проектування ГВС.
2. Моделювання структури й компонування ГВС з використанням ЕОМ.
3. Розробка технічного завдання на проектування систем, що обслуговують ГВС.
4. Розробка технологічних процесів для умов ГВС.
5. Розробка компонувань ГВС.

Після вивчення дисципліни «Технологічні основи гнучких виробни»

***студенти повинні знати:***

- структуру ГВС, а також системи забезпечення працездатності (2.ПФ.С.01.ПП.О.01.09, 2.ПФ.Д.02.ЗР.О.01.01);
- технологічні особливості виготовлення деталей в умовах ГВС (2.ПФ.С.01.ПП.О.01.01, 2.ПФ.С.01.ПП.О.01.02, 3.ПФ.Д.01.ЗР.О.01.16);
- основні характеристики виробництва й методи їхньої кількісної оцінки (2.ПФ.С.01.ПП.О.01.04, 3.ПФ.Д.01.ЗР.О.01.15);
- особливості підходу до розробки технологічних і виробничих процесів, реалізованих у рамках «безлюдної» технології (2.ПФ.С.01.ПП.О.01.02, 2.ПФ.С.01.ПП.О.01.08, 3.ПФ.Д.01.ЗР.О.01.01);
- методику оцінку техніко-економічної ефективності проектованого варіанта ГВС.

***Студент повинен вміти:***

- розробляти вхідні дані для проектування ГВС;

– моделювати структури і компонування ГВС з використанням ЕОМ (2.ПФ.С.05.ЗР.О.01.01, 3.ПФ.Д.01.ЗР.О.01.16);

– розробляти технічні завдання на проектування систем ГВС;

– розробляти технологічні процеси для умов ГВС (1.ПФ.Д.01.ПП.О.03.01, 1.ПФ.Д.01.ПП.О.03.02, 3.ПФ.Д.01.ЗР.О.03.05, 1.ПФ.Е.04.ПП.О.01.06, 1.ПФ.Е.04.ПП.О.01.07).

***Студент повинен оволодіти навичками:***

– дослідження типових варіантів гнучких виробничих систем (1.ПФ.Д.01.ПП.О.03.07, 1.ПФ.Е.02.ЗР.О.02.03);

– дослідження структури й компонування ГПС із використанням імітаційного моделювання (1.ПФ.Д.01.ПП.О.03.07, 1.ПФ.Е.02.ЗР.О.02.03);

– дослідження технологічних параметрів ГВС із застосуванням теорії систем масового обслуговування (1.ПФ.Е.02.ЗР.О.02.03).

## 3 Програма навчальної дисципліни

**Змістовний модуль 1. Сучасна концепція і теоретичні основи створення гнучких автоматизованих виробництв.**

**Тема 1.1 Терміни, визначення і основні характеристики ГВС. Тенденції розвитку ГВС.**

Терміни і визначення. Область застосування ГВС. Місце ГВС у промисловому виробництві. Пе-редумови розвитку ГВС. Переваги ГВС над звичайним виробництвом. Проблеми, які супроводжу-ють створення ГВС, що реалізують «безлюдну» технологію.

Література: [1] с.7-24; [2] с.6-22.

**Тема 1.2 Принципи і структура побудови ГВС.**

Основні принципи ГВС. Гнучкість системи і її показники. Функціональна й організаційна струк-тура ГВС. Структура ГВМ, ГАД, ГАЦ.

Література: [2] с.24-29.

**Тема 1.3 Принципи і математичний апарат проектування ГВС.**

Гнучкі виробничі системи як об'єкт моделюван-ня. Стратегічне й оперативне моделювання. Принципи моделювання. Методи і засоби моделювання.

Моделювання процесів керування на основі мереж Петрі. Властивості мереж Петрі. Види мереж Петрі.

Проектування компоновки і структури ГВС за допомогою імітаційних моделей. Побудова імітацій-ної моделі виробничого процесу.

Література: [1]с. 144-154, 160-167; [2]с.167-183.

**Тема 1.4 Проектування виробни-чих процесів з застосування теорії систем масового обслуговування (СМО).**

Потоки заявок і потоки обслуговування. Власти-вості потоків. Формула Литтла Розмічені графи стану. Система рівнянь Колмогорова. Розрахунок

технологічних параметрів і ефективності застосу-вання різних структурних ГВС.

Література: [1]с. 160-167.

**Змістовний модуль 2. Системи забезпечення функціонування ГВС.**

**Тема 2.1 Технологічна система й устаткування ГВС**

Загальна характеристика устаткування ГВС. Класифікація технологічного устаткування. Вимоги до технологічного устаткування. ГВМ для механіч-ної обробки і зборки, їхні характеристики. Вимоги до ГВМ. Основні напрямки розвитку ГВМ. Токарні ГВМ і свердлильно-фрезерно розточувальні ГВМ. Багатоцільові складальні ГВМ. Сучасні агрегатні верстати. Принципи модульної побудови устаткування ГВС.

Література: [1]с.188-194; [2]с.86-102.

**Тема 2.2 Технічні системи забезпечення працездатності ГВС.**

АТСС її призначення функції і структура побудови. Класифікація АТСС по способах транспортування і по видах компонування. Вимоги, пропоновані до устаткування АТСС. Центральні склади і місцеві накопичувачі. Розрахунок складів. Методи ідентифікації й адресації вантажів.

АСУВ її призначення функції і структура побудови. Вимога до АСУВ. Методи подрібнення стружки Визначення кількості відходів. Видалення стружки з зони різання її транспортування і утилізація. Устаткування подачі, очищення й утилізації МОР. Устаткування для видалення й утилізації абразивного пилу. Принципи компонування модулів АСУВ в ГВС.

Література: [1]с.158-159.

**Тема 2.3 Інформаційні системи забезпечення працездатності ГВС.**

АСУ її структура і підсистеми технічного й організаційного керування. Структура системи керування ГВС. Задачі АСУ на різних рівнях ГВС. Модулі АСУ. Контролери керування технологічним процесом.

Функцій і розробка вимога до АСК. Визначення параметрів які контролюються в ГВС перед обробкою в процесі обробки і по її завершенню. Модулі АСК. Адаптивне керування. Технічна діагностика стану систем ГВС.

Функцій і вимога до АСТПП. Зв'язку АСТПП з іншими системами. Вимоги сучасного виробництва до автоматизації проектування.

АСНД її призначення, функції, структура побудови. Вимоги до АСНД. Методи і збору й обробки статистичних даних. Методи, програми й алгоритми керування якістю продукції.

Література: [2]с34-69.

**Змістовний модуль 3. Технологічні процеси і проектування ГВС.**

**Тема 3.1 Керування обробкою деталей в ГВС.**

Геометрична і технологічна інформація для забезпечення формоутворення. Система координат устаткування ГВС. Зв'язку між координатними системами.

Системи автоматичного настроювання устаткування. Адаптивне керування технологічним устаткуванням. Різновиди керування режимами різання, силовими і тепловими параметрами технологічного процесу.

Література: [2]с.29-38; [3]с.61-118.

**Тема 3.2 Особливості виробництва деталей в умовах ГВС.**

Виробничий і технологічний процеси в умовах ГВС. Аналіз номенклатури продукції, що випускається. Елементи технологічного процесу в умовах ГВС. Технологічність деталі в умовах ГВС. Групові тех-нологічні процеси. Технологічна підготовка гнуч-кого виробництва. Оптимізація технології. Рівень концентрації і диференціації операцій на робочому місці. Особливості виконання технологічних опера-цій на ГВМ різного призначення. Особливості ви-конання деталей типу тіл обертання, фланців, кри-шок, корпусних, деталей з елементами зубчатого зачеплення в умовах ГВС.

Література: [1]с.53-94, с.154-161

**Тема 3.3 Особливості забезпечення необхідної точності при виготовленні деталей в умовах «безлюдного виробництва».**

Забезпечення точності форми, площин, діаметральних і лінійних розмірів і отворів. Замикаюче ланка технологічної системи обробляючого центра (ОЦ). Процес утворення розмірів від баз при виготовленні корпусних деталей на ОЦ. Загальна структура розмірних зв'язків, що визначають процес нагромадження погрішностей відстані від технологічних баз до оброблюваних поверхонь. Керування розмірними зв'язками багатоцільового верстата. Керування точністю діаметральних розмірів.

Література: [1]с.35-44.

**Тема 3.4 Складальні технологічні процеси в умовах ГВС.**

Стадії і процеси автоматизованої зборки. Техно-логічні характеристики автоматизованої зборки. Технологічне устаткування для автоматизованої зборки. Способи відносного орієнтування деталей, що збираються. Вимоги до деталей, що збираються.

Література: [2]с.192-195.

**Тема 3.5 Розробка проекту гнучкого автоматизованого виробництва.**

Організаційно-технологічна підготовка виробни-цтва на перед проектній стадії. Послідовність роз-робки проекту ГВС. Технічне завдання на проектування ГВС. Основні вимоги до організаційної стру-ктури в умовах ГВС. Організаційно-технологічна структура, алгоритм функціонування ГВС і їхня оптимізація. Принципи побудови компоновочних рішень.

Література: [1]с184-188, с230-235.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | Л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р |
| **Модуль 1** | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 1. Сучасна концепція і теоретичні основи створення гнучких автоматизованих виробництв.** | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1.1 Терміни, визначення і основні характеристики ГВС. Те-нденції розвитку ГВС. | 4 | 1 | - | | | 3 | 6 | 1 | | - | | 5 |
| Тема 1.2 Принципи і структура побудови ГВС | 6 | 1 | - | 2 | | 3 | 11 | 1 | | - | | 10 |
| Тема 1.3 Принципи і математичний апарат проектування ГВС. | 9 | 2 | - | 4 | | 3 | 14 | 1 | | - | | 13 |
| Тема 1.4 Проектування виробни-чих процесів з застосування теорії систем масового обслуговування (СМО) | 5 | 2 | - | | | 3 | 18 | 1 | 2 | - | | 15 |
| **Разом за змістовим модулем 1** | **24** | **6** | **-** | **6** | | **12** | **49** | **4** | **2** | **-** | | **43** |
| **Змістовий модуль 2. Системи забезпечення функціонування ГВС.** | | | | | | | | | | | | |
| Тема 2.1. Технологічна система й устаткування ГВС | 8 | 1 | | 4 | | 3 | 16 | 1 | | - | | 15 |
| Тема 2.2 Технічні системи забезпечення працездатності ГВС. | 7 | 2 | | 2 | | 3 | 13 | 1 | 2 | - | | 10 |
| Тема 2.3 Інформаційні системи | 4 | 1 | | | | 3 | 6 | 1 | | - | | 5 |

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | Л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р |
| забезпечення працездатності ГВС. | | | | | | | | | | | | |
| **Разом за змістовим модулем 2** | **19** | **4** | **-** | **6** | | **9** | **35** | **3** | **2** | **-** | | **30** |
| **Змістовий модуль 3. Технологічні процеси і проектування ГВС.** | | | | | | | | | | | | |
| Тема 3.1 Керування обробкою деталей в ГВС. | 5 | 2 | - | | | 3 | 6 | 1 | | - | | 5 |
| Тема 3.2 Особливості виробницт-ва деталей в умовах ГВС. | 7 | 2 | - | 2 | | 3 | 16 | 1 | | - | | 15 |
| Тема 3.3 Особливості забезпечення необхідної точності при виготовленні деталей в умовах «безлюдного виробництва» | 8 | 1 | - | 4 | | 3 | 16 | 1 | | - | | 15 |
| Тема 3.4 Складальні технологічні процеси в умовах ГВС. | 5 | 2 | - | | | 3 | 16 | 1 | | - | | 15 |
| Тема 3.5 Розробка проекту гнучкого автоматизованого виробництва. | 4 | 1 | - | | | 3 | 6 | 1 | | - | | 5 |
| Складання єкзамену | | | | | | | | | | | | |
| **Разом за змістовим модулем 3** | **29** | **8** | **-** | **6** | | **15** | **60** | **5** | **0** | **-** | | **55** |
| **Усього годин** | **72** | **18** | | **18** | | **36** | **144** | **12** | **4** | **-** | | **128** |

## 4 Теми лабораторних робіт для студентів денного відділення

| № роботи | Назви лабораторних робіт | Обсяг в годинах |
|---|---|---|
| 1 | Дослідження гнучкості ГВС. | 2 |
| 2 | Дослідження структури і компонування ГВС з використанням імітаційного моделювання. | 4 |
| 3 | Дослідження технологічних параметрів ГВС із застосуванням теорії систем масового обслуговування | 4 |
| 4 | Дослідження організації і функціонування автоматизованого складу. | 2 |
| 5 | Дослідження типових варіантів компонувань гнучких виробничих систем | 2 |
| 6 | Розробка технологічних процесів виготовлення деталей в умовах ГВС | 4 |

## 5 Теми практичних занять для студентів заочного відділення

| № роботи | Назви практичних занять | Обсяг в годинах |
|---|---|---|
| 1 | Дослідження структури і компонування ГВС з використанням імітаційного моделювання. | 2 |
| 2 | Розробка технологічних процесів виготовлення деталей в умовах ГВС | 4 |

## 6. Самостійна робота

| № роботи | Назва теми | Обсяг в годинах |
|---|---|---|
| 1 | Області використання ГВС і технологічне обладнання. Підготовка до лабораторної роботи 1. | 5 |
| 2 | Структури і компоновки існуючих ГВС. Підготовка до лабораторної роботи 2. | 10 |
| 3 | Методики моделювання технологічних параметрів і структурно-компоновочних рішень з використанням імітаційного моделювання, сіток Петрі. Керування режимами обробки на базі оперативного моделювання. Загальні принципи оптимального керування. Критерій максимальної продуктивності. Критерій мінімальної собівартості. Критерій точності і якості обробки. | 15 |
| 4 | Методики моделювання технологічних параметрів і структурно-компоновочних рішень з використанням теорії систем масового обслуговування. | 13 |

| | | |
|---|---|---|
| | Підготовка до лабораторної роботи 4. | |
| 5 | Конструкції і технологічні можливості обробляючих центрів. | 15 |
| 6 | АСІЗ її призначення функції і структура побудови. Вимога до АСІЗ. Визначення раціональної структури системи. Модульні принципи побудови інструментальних систем. Розробка організації функціонування АСІЗ. Ідентифікація й адресація інструментів.<br>Підготовка до лабораторної роботи 5. | 10 |
| 7 | Призначення і характеристики різних систем САПР ТП. САПР механічної обробки. САПР технологічного оснащення. САПР технологічних креслень. САПР технологічних процесів складання. Функції інформаційних систем забезпечення роботоздатності. | 5 |
| 8 | Числове програмне керування рушіями устаткування. Режими NC, DNC, CNC – різновиди, переваги і недоліки. | 5 |
| 9 | Технологічність виробів**.** Вибір деталей для виробництва в ГВС. Особливості розробки технологічних процесів для обробки в умовах ГВС.<br>Підготовка до лабораторної роботи 6. | 15 |
| 10 | Обчислення точності обробки деталей на токарних ГВМ і свердлильно-фрезерно-розточувальних ГВМ. | 15 |
| 11 | Компоновки існуючих складальних ГВС. | 15 |
| 12 | Проектування схем розміщення устаткування. | 5 |

## 7. Індивідуальне завдання

На самостійну роботу студентів по вивченню дисципліни «Технологічні основа гнучких автоматизованих виробництв» передбачено час, що складає 50 % від фонду часу, запланованого програмою дисципліни.

На самостійну роботу заплановано вивчення теоретичного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт виконання індивідуального завдання, яке передбачає розробку структури, компоновки і технологічного процесу для обробки заданої деталі-представника. Розроблені технології, і розрахунки використовуються у дипломному проекті.

Порядок виконання вище наведених видів самостійної роботи є в методичних вказівках до самостійної роботи студентів спеціальності «Технології машинобудування» ДДМА з дисципліни «Технологічні основи гнучких виробничих систем».

## 8 Методи навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні заняття, самостійна робота під керівництвом викладача, консультації, індивідуальні завдання.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

При викладанні дисципліни передбачається використовування плакатів, слайдів і натурних зразків. Розглядаються характерні приклади реальних процесів в галузі механообробки.

Використовуються також рекламні проспекти провідних фірм – розробників верстатних пристосувань.

Для покращення засвоювання матеріалу студентами їм рекомендується поглиблене самостійне вивчення окремих питань. Успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалами лекцій і рекомендованою літературою.

## 9 Методи контролю

В процесі вивчення дисципліни використовуються наступні методи контролю навчальної роботи студентів: виконання і захист лабораторних робіт, поточне тестування теоретичних знань на кожній лабораторній роботі, підсумковий екзамен.

## 10 Розподіл балів, які отримують студенти

(для екзамену)

| № пп | Змістовий модуль | Триместр | Загальна кількість годин | Кредити ECTS | Кількість ауд. | Форма та методи контролю | Кількість балів, що може отримати студент | | Тиждень проведення |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | min | max | |
| 1 | Сучасна концепція і теоретичні основи створення гнучких автоматизованих виробництв (0,3) | 2 | 24 | 0,5 | 12 | 1) Л.р. 1<br>2) Л.р. 2<br>(тести) | 25<br>30 | 50<br>50 | 2<br>3 |
| 2 | Системи забезпечення функціонування ГВС. (0,4) | 2 | 19 | 1 | 10 | 3) Л.р. 3<br>4) Л.р. 4<br>(тести) | 25<br>30 | 50<br>50 | 5<br>6 |
| 3 | Технологічні процеси і проектування ГВС. (0,3) | 2 | 29 | 0,5 | 14 | 5) Л.р. 5<br>6) Л.р. 6<br>(тести) | 25<br>30 | 50<br>50 | 8<br>9 |
| ВСЬОГО: | | | 72 | 2 | 36 | | 55 | 100 | |

## Система контролю і оцінювання за модулями

**У модулі 1** передбачено виконання ряду робіт:

| № к.т. | Назва контрольної крапки | Оцінка | Рейтинг | Нац. оцінка |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лабораторна робота 1 (загальний діапазон балів - 25 - 50) | A | 50 | 5 |
| | | B | 40 | 4 |
| | | C | 35 | 4 |
| | | D | 30 | 3 |
| | | E | 25 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |
| 2 | Лабораторна робота 2 (загальний діапазон балів - 30 - 50) | A | 50 | 5 |
| | | B | 45 | 4 |
| | | C | 40 | 4 |
| | | D | 35 | 3 |
| | | E | 30 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |

Загальний рейтинг з модуля 0 - 100 балів
Поправочний коефіцієнт - 0,3

**У модулі 2** передбачено виконання ряду робіт.

| № к.т. | Назва контрольної крапки | Оцінка | Рейтинг | Нац. оцінка |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лабораторна робота 3 (загальний діапазон балів - 20 - 35) | A | 50 | 5 |
| | | B | 40 | 4 |
| | | C | 35 | 4 |
| | | D | 30 | 3 |
| | | E | 25 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |
| 2 | Лабораторна робота 4 (загальний діапазон балів - 20 - 35) | A | 50 | 5 |
| | | B | 45 | 4 |
| | | C | 40 | 4 |
| | | D | 35 | 3 |
| | | E | 30 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |

Загальний рейтинг з модулю 1 - 100 балів

Поправочний коефіцієнт - 0,4

**У модулі 3** передбачено виконання ряду робіт.

| № к.т. | Назва контрольної крапки | Оцінка | Рейтинг | Нац. оцінка |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лабораторна робота 5 (загальний діапазон балів - 20 - 35) | A | 50 | 5 |
| | | B | 40 | 4 |
| | | C | 35 | 4 |
| | | D | 30 | 3 |
| | | E | 25 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |
| 2 | Лабораторна робота 6 (загальний діапазон балів - 20 - 35) | A | 50 | 5 |
| | | B | 45 | 4 |
| | | C | 40 | 4 |
| | | D | 35 | 3 |
| | | E | 30 | 3 |
| | | FX | - | - |
| | | F | - | - |

Загальний рейтинг з модулю 1 - 100 балів
Поправочний коефіцієнт - 0,3

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою |
|---|---|---|
| 90 – 100 | **A** | відмінно |
| 81-89 | **B** | добре |
| 75-80 | **C** | |
| 65-74 | **D** | задовільно |
| 55-64 | **E** | |
| 30-54 | **FX** | незадовільно з можливістю повторного складання |
| 0-29 | **F** | незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

## 11. Методичне забезпечення

1 Технологічні основи гнучких виробничих систем: конспект лекцій для студентів спеціальності «Прикладна механіка» всіх форм навчання. / Уклад. В. І. Тулупов, В.С. Медведєв. – Краматорськ: ДДМА, 2020. - 94 с

2 Технологічні основи гнучких виробничих систем : Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» / В.С. Медведєв, В.І. Тулупов. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 56 с.

**Додаток А**

## Приклад контрольного тесту до теми 1.1

| Тест 1 | |
|---|---|
| Питання 1<br>У якому типі виробництва застосовуються ГВС? | Відповіді<br>1 У усіх типах виробництва;<br>2 У дрібносерійному;<br>3 У масовому. |
| Питання 2<br>Для виробництва яких деталей були створені ГВС? | Відповіді<br>1 Номенклатура необмежена;<br>2 Для обробки тіл обертання;<br>3 Для обробки корпусних деталей |
| Питання 3<br>Функції АТСС. | Відповіді<br>1 Транспортування, зберігання, маніпуляція з грузами;<br>2 Облік і контроль грузів;<br>3 Транспортування грузів. |
| Питання 4<br>Функції АСНД. | Відповіді<br>1 Сбір, обробка і збереження інформації. Формування рекомендацій що до зміни обробки деталей;<br>2 Оптимізація режимів різання;<br>3 Керування технологічним обладнанням; |
| Питання 4<br>Який з основних принципів ГВС порушується при відсутності АСНД? | Відповіді<br>1 Принцип системної організації;<br>2 Принцип універсальності;<br>3 Принцип модульності. |
| Питання 5<br>У чому полягає принцип концентрації операцій? | Відповіді<br>1 Обробка більшості поверхонь на одному робочому місці;<br>2 Розширення технологічних можливостей ОЦ;<br>3 Обробка на одному робочому місці всіх однотипних поверхонь. |

**Додаток Б**

## Питання, які містяться у екзаменаційних білетах.

### Модуль1

1 Основні характеристики ГАП та тенденції розвитку.
2 Класифікація ГВС.
3 Гнучкість ГВС та її показники.
4 Область застосування ГВС.
5 Основні принципи ГВС.
6 Структура ГВС.
7 Принципи, методи та засоби моделювання.
8 Методи моделювання з урахуванням мереж Петрі.
9 Імітаційні моделі.
10 Поняття про марківські процеси.
11 Основні властивості потоків подій.
12 Рівняння Колмогорова.
13 Основні поняття та визначення теорії СМО.
14 Розрахунок технологічних параметрів у ГВС. Формула Літтл.
15 Багатоканальна система СМО з відмовами.
16 Одноканальна СМО з необмеженою чергою.
17 Багатоканальна СМО з необмеженою чергою.

### Модуль 2

1 Основні вимоги до ГВМ.
2 Особливості компоновок токарних ГВМ.
3 Технологічні можливості токарних ГВМ.
4 Особливості компоновок свердлильно-фрезерно-розточувальних ГВМ.
5 Технологічні можливості свердлильно-фрезерно-розточувальних ГВМ.
6 Транспортні модулі АТРС.
7 Накопичувальні модулі АТСС.
8 Функції АТРС.
9 Структура АТРС.
10 Розрахунок ємності складів.
11 Перелік контрольованих параметрів системою АСК.
12 Функції АСК.
13 Функції АСУ.
14 Функції АСТПВ.
15 Функції АСУО.
16 Методи та засоби утилізації стружки.
17 Методи дроблення стружки
18 Функції АСНД

### Модуль 3

1 Вибір деталей для обробки ГВС.
2 Аналіз технологічності деталей за умов ГВС.
3 Вимоги до заготовок за умов ГВС.
4 Особливості побудови маршрутних технологічних процесів у ГВС.
5 Особливості побудови операції механообробки у ГВС.
6 Підготовка базуючих поверхонь для обробки деталей у ГВС.

7 Схеми розміщення технологічного обладнання для обробки тіл обертання на ГАУ.
8 Схеми розміщення технологічного обладнання для обробки корпусних деталей на ГАУ.
9 Стадії та елементи процесів автоматизованого складання.
10 Способи взаємного орієнтування деталей, що збираються в ГВС.
11 Загальні вимоги до процесів збирання.
12 Вимоги до технологічності деталей за умов автоматизованого складання.
13 Послідовність розробки проекту ГВС.
14 Передпроектний аналіз виробництва.