



Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	„Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“
Статус дисципліни	Вибіркова. Професійної та практичної підготовки
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС, 120 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР, РГР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 36 год.. за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: доцент, кандидат технічних наук, доцент Даниленко Олександр Васильович Кафедра: Корпус КПІ 1, кімната 228 А, тел. (044)204-94-61, прив (097) 512-81-03 Пошта: alednlnk@gmail.com Практичні: доц., канд. техн. наук., доц. Даниленко О.В..
Розміщення курсу	Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПІ»

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна „Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів“ є вибірковою для підготовки бакалаврів за освітньою програмою „Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“.

Метою навчальної дисципліни „Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів“ є підготовка до професійної інженерної діяльності в галузі забезпечення ефективного використання сучасного обладнання для виготовлення різноманітних деталей, його тривалої безвідмовної роботи, мінімізація витрат на підтримання належного стану обладнання.

Предмет навчальної дисципліни – збереження ефективності технологічного обладнання протягом тривалого часу, система планово-попереджувальних ремонтів, предикативна аналітика, способи ремонту і відновлення типових складових верстатів.

Дисципліна „Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів“ відноситься до вибірових дисциплін циклу професійної підготовки, і вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилювати компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК16. Здатність застосовувати комплекс методів розробки й побудови раціональних технологічних процесів, вибору заготовки, технологічного обладнання, оснащення та інструменту, встановлення технічно обґрунтованих норм часу.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

РН7. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

РН8. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“)

Дисципліна „Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів“ базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як

- Теорія механізмів і машин;
- Теоретична механіка;
- Механіка матеріалів і конструкцій;
- Технологія машинобудування;
- Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва;
- Деталі машин і основи конструювання;
- Конструювання обладнання машинобудування;
- Обладнання автоматизованого виробництва;
- Метрологія, стандартизація і сертифікація,, тощо.

Теми навчальних програм цих дисциплін при вивченні дисципліни «Експлуатація та обслуговування верстатів та роботів» отримують конкретне прикладне застосування та конструктивне втілення перш за все стосовно процесів діагностики і ремонту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Заходи по підготовці до експлуатації верстатів

Тема 1.1 Загальна характеристик технологічного обладнання з ЧПК

Тема 1.2 Системи керування технологічним обладнанням

Тема 1.3 Нормативні вимоги й стандарти по підготовці до експлуатації верстатів

Розділ 2. Заходи по забезпеченню ефективної експлуатації верстатів

Тема 2.1 Типи та вибір фундаменту або інших засобів для монтажу технологічного обладнання

Тема 2.2 Єдина система планово-запобіжних ремонтів та раціональної експлуатації технологічного обладнання машинобудівних підприємств

Тема 2.3 Діагностика машин. Прогнозування технічного стану обладнання

Розділ 3. Передумови необхідності ремонту та способи його здійснення

- Тема 3.1** Стандарти, що регламентують показники якості і працездатності верстатів
- Тема 3.2** Заходи по підвищенню довговічності.
- Тема 3.3** Засоби одержання інформації про стан обладнання. Визначення ступеню зношування основних вузлів та деталей.
- Тема 3.4** Особливості експлуатації та передумов ремонту верстатів з ЧПК

Розділ 4. Технологія ремонту

- Тема 4.1** Технологія ремонту окремих вузлів і деталей верстатів з ЧПК та іншого обладнання
- Тема 4.2** Способи поновлення деталей
- Тема 4.3** Технологія складання верстатів після ремонту та приймальні випробування

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Бочков В.М. Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник / За ред. Сіліна Р.І. – Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2008. – 448 с.
2. Клімов С.В. Експлуатація і обслуговування машин: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2010.-218 с.
3. Експлуатація і обслуговування механізмів і машин. Навчальний посібник / Шабрацький В.І.: Рубіжне: ІХТ СНУ ім. Володимира Даля. 2008, - 243 с.
4. Бочков В. М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін, О.В. Гаврильченко. За ред. Сіліна Р. І.– Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 448 с. – URL: <http://xn--elajqk.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/12/Bochkov-V.-M.-Rozrahnok-ta-konstruyuvannya-metalorizalnih-verstativ.pdf>
5. Верба І. І. Навчальний посібник „Обладнання автоматизованого виробництва“ „Сучасні тенденції розвитку систем автоматизації“ для поглибленого вивчення дисципліни [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 „Прикладна механіка“, спеціалізації „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ / І. І. Верба, О. В. Даниленко, О. В. Самойленко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 5,65 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 260 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31516>
6. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31516/1/Oblad_avt_vyrob_TENDENTSII.pdf
7. Верба І. І., Даниленко О. В. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Шпиндельні вузли на опорах кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 135 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38401>
8. Верба І. І., Даниленко О. В. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Змашування та ущільнення підшипників кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 87 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38403>
9. Крижанівський В.А. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Ч 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання: навч. посібн. / Ю. М. Кузнецов, А.М. Кириченко та ін.; за заг. ред. проф. Ю.М. Кузнецова – Кіровоград, 2003 – 422с.
10. Шевченко О.В. Конструкторсько-технологічне забезпечення машинобудівних виробництв. Кінематичний аналіз металорізальних верстатів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Конструювання та дизайн машин» спец. 131 Прикладна механіка / О.В. Шевченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 253 с.

Додаткова література

11. Севостьянов І. В. Експлуатація та обслуговування машин. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 127 с.
12. Предикивна аналітика. Частина 1. Основні поняття і класифікація / <https://mautic.appau.org.ua/asset/163:prediktivna-analitika-c1-3-1-2pdf>
13. Діагностика технологічних систем і виробів машинобудування (з використанням нейромережевого підходу): монографія / С. В. Ковалевський, О. С. Ковалевська., Є. О. Коржов, А. О. Кошевой. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 183 с.
14. Лесько В.І., Кузьмінець М.П., Міщук Є.О. Експлуатація і ремонт машин: конспект лекцій. Частина 1/ В.І.Лесько, М.П.Кузьмінець, Є.О.Міщук.– К.: КНУБА, 2015. - 83 с.

Інформаційні ресурси.

1. http://www.skf.com/portal/skf_ua/home
2. http://www.skf.com/portal/skf_ua/home/literature?contentId=239375&lang=uk
3. <http://www.ina.ua>
4. <http://www.rontec.kiev.ua>
5. <http://www.mt.kh.ua>
6. <http://www.haascnc.com/>
7. <http://www.mech.bz/russian/commodity/index.html>
8. <http://www.thk.com/eng/products/class/lmguid/index.html>
9. <http://www.okuma.de/mainframe.asp?lang=en&e1=900>
10. <http://www.spinner.eu.com>
11. <http://www.citizen-boleyn.de>
12. <http://www.nikas.com.ua/> , stanok@nikas.com ,
13. <http://www.moriseiki.com>
14. <http://www.technopolice.com.ua>

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://ela.kpi.ua/>) та в мережі Internet.

Методичні вказівки використовувати як допоміжні й довідкові матеріали для виконання розрахункових і практичних завдань. Електронні копії знаходяться в інформаційних ресурсах кафедри, у дистанційному ресурсі Microsoft Teams, в Кампусі, тощо.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Заходи по підготовці до експлуатації верстатів
- Загальний огляд верстатів з ЧПК, характеристики технологічного обладнання з ЧПК, компоновки обробних центрів та іншого обладнання, показники працездатності особливості функціонування типових вузлів.
- Стандарти, що регламентують безпечність верстатів при їх експлуатації. Система сертифікації в Україні. Сертифікація верстатів.
- Транспортування верстатів: вимоги, конструкція, особливі випадки.
- Обладнання приміщень, Вимоги до приміщень в залежності від точності верстатів Підготовка верстатів до експлуатації.
- Фундаменти для монтажу верстатів: функції, види, матеріал. Основні розміри.
- Єдина система планово-запобіжних ремонтів та раціональної експлуатації технологічного обладнання машинобудівних підприємств.

- Малі, середні та капітальні ремонти. Випробування верстатів, що супроводжують ремонти. Одиниці ремонтоскладності. Тривалість ремонтів. Особливості системи ремонту автоматизованого обладнання та автоматичних ліній.
- Методи ремонту. Етапи обслуговування та ремонту гідравлічної, електротехнічної та електронної частин верстата. Загальна схема робіт по технічному обслуговуванню верстата.
- Діагностика машин. прогнозування технічного стану обладнання. Вібродіагностика обладнання. Методи дефектоскопії як показник пошкоджень деталі, зокрема й всередині деталі.
- Заходи по підвищенню довговічності. Стандарти, що регламентують показники якості і працездатності верстатів. Визначення ступеню зношування основних складових верстатів. Засоби одержання інформації про стан обладнання. Системи збирання інформації на основі програмованих контролерів.
- Особливості експлуатації та передумов ремонту верстатів з ЧПК.
- Технологія ремонту окремих вузлів і деталей металорізальних верстатів: валів і шпинделів, підшипників кочення і ковзання, зубчастих та черв'ячних передач, корпусних деталей, трубопроводів, муфт, тощо. Особливості ремонту верстатів різного технологічного призначення, зокрема, важких верстатів.
- Способи поновлення деталей: гальванічне покриття; хімічна обробка; електроіскровий спосіб; склеювання деталей або їхніх частин чи складових; застосування замінників металу, зокрема, полімерів. Пригоночні роботи.
- Технологія складання верстатів після ремонту та приймальні випробування

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з інформаційними джерелами, ознайомлення з конструктивними реалізаціями типових вузлів верстатів з ЧПК, ознайомлення з методами діагностування верстатів та перевіркою показників точності верстатів (точність установки на фундаменті, відносне розташування основних напрямних, похибки обертання шпинделя). Розрахунок частот коливань, що можуть генеруватись складовими кінематичного ланцюга. Використання спектрального аналізу записів акустичної емісії.

Основні теми занять та перелік основних питань:

- Ознайомлення з основними перевірками на точність токарно-гвинторізного віерстата.
- Виконання перевірок токарно-гвинторізного верстата 1A62.
- Розрахунок частот коливань, що можуть генеруватись ланками кінематичного ланцюга верстата.
- Виконання індивідуальних завдань з діагностики верстата за акустичною емісією.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Контрольна робота

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. У разі пропусків більш ніж 4 години лекцій, навіть з поважної причини, з пропущених тем здійснюється додаткове опитування.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, які виносяться на залік. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються РГР. Захист РГР можливий і раніше, але обов'язково до початку екзамену з дисципліни (це є однією з умов допуску до екзамену).

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

Поточний контроль(МКР): експрес-контроль за обраними темами : 1.1, 1.2 – Проектування тягових пристроїв приводів лінійного руху (ковзання та кочення); 1.1, 2.2, 2.3 – Проектування напрямних металорізальних верстатів

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен, під час якого студент відповідає письмово на два теоретичних питання і розв'язує задачу, додатково передбачене усне опитування.

Практичні роботи

Оскільки відвідування практичних занять є бажаним, але не обов'язковим, то воно, як і виконання домашніх завдань, не оцінюється, але враховується при календарному контролі як заохочування чи штраф – у процентному співвідношенні до спільної кількості (не менш за 50 % планованого). У разі пропусків студент має право відпрацювати домашні завдання і продемонструвати свою обізнаність з тем, які вивчались.

Контрольні роботи (r₁)

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал контрольної роботи – 18 (одне питання – мінімально 1,5 бали).

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 1.

$r_1=18$ балів = 18 балів, мінімальна - 10.

Рейтингові бали за контрольну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
9	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
8	Вірна відповідь на 90 % питань
7	Вірна відповідь на 80 % питань
6	Вірна відповідь на 70 % питань
5	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Практична робота (r₂)

Практична робота складається з 2-х частин: розрахунок можливих частот; спектральний аналіз запису. Ваговий бал завдання – 28. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях.

Оцінювання практичної роботи здійснюється відповідно до таблиці2.

Максимальна кількість балів становить: r₂=28 балів, мінімальна – 16 балів.

Рейтингові бали за практичну роботу

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
14	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
13	Вірна відповідь на 90 % питань
11	Вірна відповідь на 80 % питань
10	Вірна відповідь на 70 % питань
8	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає r₃ штрафні та заохочувальні бали (табл. 3), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати $44 \times 0,1 = (-4)$ балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $44 \times 0,1 = (+6)$ балів.

Таблиця 3

Дія	Бали
Несвоєчасне представлення розрахунково-графічної роботи	мінус 1 бал (в сумі не більш, ніж мінус 2)
Відсутність на 50 % практичних занять	мінус 2 бали
Реферат на тему, яка стосується сучасного промислового обладнання	плюс 1 бал (але не більше, ніж плюс 6)

Умови рубіжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої рубіжної атестації у студента повинна бути зарахована МКР1 і хоча б на 25 % виконано РГР-1 (тобто орієнтовно 10 балів). Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 20 балів (зокрема, зараховану МКР 2 та частково виконані РГР-1 та РГР-2

Критерії залікового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.



Рис. 1 – Блок-схема функціонування PCS з дисципліни

Форма проведення екзамену комбінована: письмові відповіді на питання екзаменаційного білету й усне опитування. Перелік тем та питань, які виносяться на екзамен, наведений у Методичних рекомендаціях до засвоєння навчального кредитного модуля у дистанційному ресурсі Microsoft Teams. Білет містить два теоретичних питання і одне практичне. Рейтингові бали нараховуються за кожне завдання окремо. Теоретичні запитання оцінюються із 18 балів, а практичне із 20 балів. Максимальна кількість балів, отриманих за екзамен, складає 56 балів, мінімальна – 11.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета r_4 за табл. 4 та якості вирішення практичного завдання r_5 за табл.5.

Таблиця 4

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
18-17	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
16-14	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
15-12	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
11-8,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
7,0-5,0	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати
0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Таблиця 5

Кількість балів за практичне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
20-19	повне, безпомилкове розв'язування завдання, припустимі незначні неточності
18-17	повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями
16-13	задачу розв'язано з незначними помилками
12-9,0	завдання виконане з певними недоліками, неточно або не повністю, є зауваження, не може пояснити результати
8,0-6,0	задачу вирішено з суттєвими помилками, порушена методика розрахунку, дана відповідь тільки на частину питань,
0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів та екзаменом:

$$R = r_2 \pm r_3 + r_4 + r_5$$

Сума стартових балів та балів за відповідь на екзаменаційний білет переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з табл.6:

Таблиця 6

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

Доцент кафедри конструювання машин,
кандидат технічних наук



Олександр Даниленко

Ухвалено кафедрою конструювання машин (Протокол № 8 від 17.12.2024р.)

Погоджено методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (Протокол № від _____._____._____ р)