



# ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції 36 годин, практичні 36 годин, лабораторні 18 годин</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: ст. викладач Горбатенко Юрій Павлович <a href="mailto:y.p.grbtnk@gmail.com">y.p.grbtnk@gmail.com</a> Практичні: к.т.н., ст.. викладач Петришин Андрій Ігорович <a href="mailto:m.p3shka.a.i.@gmail.com">m.p3shka.a.i.@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185132">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185132</a> <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=187244">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=187244</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Вантажопідіймальні машини – навчальний модуль, в якому за змістом і по суті викладеного навчального матеріалу, вперше за весь термін попереднього навчання студента, поєднуються елементи загальнотехнічної і спеціальної підготовки фахівця - поряд із задачами загальноінженерного спрямування (кінематичні розрахунки механізмів, вибір конструкційних матеріалів та способів їх зміцнення, визначення критеріїв міцності, складання розрахункових схем та розрахунки деталей на міцність і довговічність і ряд інших). **Метою** викладання дисципліни Вантажопідіймальні машини є формування у студентів здатностей - вивчати спеціальні питання конструктивного устрою і функціонального призначення машин і механізмів, теорію і практичні методи розрахунків і проектування вантажопідійомних машин та їх окремих механізмів, вузлів і деталей у безпосередньому зв'язку з реально виконуваними функціями і операціями в певному технологічному процесі, умовами експлуатації та режимами роботи (навантаження). **Предмет вивчення дисципліни:** сучасну теоретичну модель машини (механізму), як складну багатомасову механічну (електромеханічну) систему з пружними міжмасовими зв'язками та реальні процеси кінематичної і силової взаємодії окремих мас (ланок машини чи механізму), якими супроводжується робота машини (механізму); про сучасне промислове, зокрема машинобудівне виробництво, як єдиний комплекс взаємопов'язаного основного (технологічного) і підйомно-транспортного та робототехнічного обладнання, в якому вантажопідійомні машини забезпечують механізацію і автоматизацію підйомно-транспортних операцій, а при поточній і конвеєрній системах організації виробництва - окрім цього, задають і регулюють його темп, забезпечують ритмічність і безперебійність, підвищують ефективність використання основного обладнання.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Теоретичну базу для успішного вивчення модуля *Вантажопідіймальні машини* складають знання, уміння і навички набуті студентами при вивченні таких дисциплін, як "Вища математика", "Фізика" (розділи "Кінематика" і "Динаміка"), "Теоретична механіка", "Опір матеріалів", "Теорія механізмів і машин", "Нарисна геометрія і інженерна графіка", "Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів", "Деталі машин", "Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання", "Електротехніка" (розділ "Електроприводи постійного і змінного струму"), "Гідравліка" (розділи "Гідравлічні двигуни", "Гідравлічні насоси", "Трубопроводи і апаратура керування").

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Загальні відомості про вантажопідійомні машини. Загальні положення теорії і розрахунку.**

Тема 1.1. Функціональне призначення вантажопідійомних машин в сучасних виробничих процесах. Історична довідка: етапи становлення науки про підійомно-транспортні машини; внесок вітчизняних спеціалістів, в тому числі тих, що працювали на кафедрі і в НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського». Сучасний стан і перспективи розвитку ВПО в Україні і світі, актуальні наукові і конструкторські задачі. Структура і задачі курсу.

Тема 1.2. Класифікація вантажопідійомних машин. Основні робочі параметри і техніко-економічні показники. Норми і правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Групи класифікації (режиму роботи) вантажопідіймальних кранів і механізмів. Класифікація навантажень.

### **Розділ 2. Привод механізмів вантажопідійомних кранів.**

Тема 2.1. Загальна структура приводів кранових механізмів. Приводні двигуни: електричні, внутрішнього згорання, гідравлічний привод, пневматичний привод.

Тема 2.2. Механічні характеристики приводних двигунів. Основи розрахунку електроприводу: розрахунок потужності і вибір електродвигуна з урахуванням режиму роботи механізму; перевірки вибраного двигуна по еквівалентному моменту (на нагрів), по перевантажувальній здатності.

Тема 2.3. Принципові схеми та основи розрахунку гідроприводу і пневмоприводу кранових механізмів. Передаточні механізми.

### **Розділ 3. Гальма та стопорні механізми.**

Тема 3.1. Призначення і класифікація гальм. Конструкція, принцип дії і розрахунок гальм колодкових, стрічкових, дискових, конусних, вантажеупорних.

Тема 3.2. Приводні механізми гальм. Фрикційні матеріали. Гальмівні шківни і диски: конструкція, матеріали, розрахунок.

Тема 3.4. Стопорні механізми храпові і роликіві: призначення, конструкція і принцип дії, розрахунок.

### **Розділ 4. Механізми підйому вантажопідійомних кранів.**

Тема 4.1. Призначення, узагальнена структура та конструктивне виконання механізмів підйому: на самохідному вантажному візку, електрична таль, із застосуванням каретки на канатній тязі, із запасовкою вантажного каната на стрілі.

Тема 4.2. Схеми запасовки вантажного каната, поліспасти силові і швидкісні: конструктивний устрій, призначення, робочі параметри, коефіцієнт корисної дії. Канати і вантажні ланцюги: конструкція, матеріали, розрахунок і вибір. Конструкція, матеріали та розрахунок канатних блоків, барабанів, зірок для ланцюгів.

Тема 4.3. Вантажезахватні пристрої: гакова підвіска, механічні та вакуумні захвати, електромагніт. Вантажні гаки та скоби: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки. Розрахунок потужності, вибір та перевірка електродвигуна (гідроприводу). Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Динамічний розрахунок механізму.

### **Розділ 5. Механізми переміщення.**

Тема 5.1. Призначення, конструкція (кінематичні схеми) та принцип дії механізмів переміщення самохідного вантажного візка, електричної талі, каретки на канатній тязі.

Механізми переміщення кранів - схеми центрального та роздільного приводу. Розрахунок сил опору в самохідних механізмах, умова сталості руху. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Перевірка приводу на відсутність буксування при розгоні та юзу при гальмуванні; на нагрів.

Тема 5.2. Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Ходова частина кранів, балансирні візки. Ходові колеса і рейки: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки (на контактну міцність). Динамічний розрахунок механізму.

#### **Розділ 6. Механізми повороту. Механізми зміни вильоту вантажезахватних пристроїв.**

Тема 6.1. Принципові кінематичні схеми механізмів повороту кранів консольних поворотних і стрілових. Визначення моментів сил опору повороту.

Тема 6.2. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту і вибір гальм. Призначення, конструкція, принцип дії і розрахунок запобіжних муфт конусного і дискового типів.

Тема 6.3. Кінематичні і розрахункові схеми механізмів зміни вильоту стріли з гідравлічним приводом; конструкція, принцип дії і розрахунок телескопічного механізму зміни довжини стріли. Власна і вантажна стійкість мобільних стрілових кранів.

#### **Розділ 7. Підйомники і ліфти.**

Тема 7.1. Призначення та конструкція підйомників і їх основних складових елементів: приводу, металоконструкції, вантажних ємкостей. Основи теорії розрахунку підйомників.

Тема 7.2. Конструкція та принцип дії ліфта і його основних складових: приводної лебідки, направляючих, запобіжних пристроїв. Основи теорії розрахунку і конструювання ліфтів.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

базова (підручники, навчальні посібники) література

1. Александров М.П. "Подъемно-транспортные машины".-М.: «Высшая школа», 1985.- 520 с.
2. Иванченко Ф.К. "Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин".-К.: "Вища школа", 1990.-424 с.
3. Бондарев В.С., Колісник Н.П., Дубинець О.І., Бондарев С.В., Барабанов В.Я. " Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Підручник з грифом МОН України К.: «Вища школа», 2009.
4. Технологічні схеми виробничих процесів, завдання та вимоги до виконання курсових проектів з ТММ і ПТМ. Методичні вказівки для студентів хіміко-машинобудівних спеціальностей. Укладачі: Кірієнко О.А., Горбатенко Ю.П., Київ, НТУУ "КІП", 2000.- 59 с.
5. Методичні вказівки до виконання курсових проектів та РГР з кредитного модуля ПТС і М-2. Розрахунок пасажирських конвеєрів (травелаторів). Укладачі: Горбатенко Ю.П., Бондарев С.В.-К.:ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2005. – 20 с.

додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література

1. Абрамович И.И., Котельников Г.А. Козловые краны общего назначения.-М.: «Машиностроение», 1983.- 232 с.
2. Александров М.П. и др. Грузоподъемные машины.-М.: «Высшая школа», 1973.-420 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х томах.-М.: «Машиностроение», 1982.
4. Волков Д.П., Ионов А.А., Чутчиков П.И. Атлас конструкций лифтов.-М.: "Машиностроение", 1984.- 60 с.
5. Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідймальних кранів: ДНАОПО.00-01.03-02: Затв. 20.08.2002 №409 /Держ. Департамент з нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України.- Х.: Форт, 2002.- 416 с.
6. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения. Справочник /Бойко Л.С., Высоцкий А.З., Галиченко З.Н. и др.-М.: «Машиностроение», 1984.- 247 с.
7. Решетов Д.Н. Детали машин.- М.: "Машиностроение", 1989.- 496 с. Справочник по кранам /Под редакцией Гохберга М.М.-М.: "Машиностроение", 1988.-559 с.

8. Методичні вказівки до виконання курсових проектів та РГР з кредитного модуля ПТС і М-2. Розрахунок ланцюгових конвеєрів. Укладачі: Горбатенко Ю.П., Бондарев С.В. -К.:ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2005. – 20 с.
9. Методики оцінки ефективності застосування піднімальних і транспортувальних машин: Методичні вказівки до виконання розрахунків у дипломних і курсових проектах, розрахунково-графічних роботах з дисципліни «Підйомно-транспортні машини», «Вантажопідйомні машини» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Укладачі: Горбатенко Ю.П., Бондарев С.В. Київ, НТУУ «КПІ», 2011. Свідоцтво про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е 10/11-376.
10. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з кредитного модуля «Підйомно-транспортні системи та машини-1» «Вантажопідіймальне обладнання ПТС» для студентів напряму підготовки 6.050501 "Прикладна механіка" професійне спрямування "Інженерія логістичних систем". Укладачі: Горбатенко Ю.П., Загора О.В. НТУУ «КПІ» гриф Вченої ради ММІ протокол № 10 від 26.05.2014.
11. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт "Визначення динамічних навантажень на елементи конструкторів механізмів вантажопідіймальних машин" з кредитного модуля «Підйомно-транспортні системи та машини-1» «Вантажопідіймальне обладнання ПТС» для студентів напряму підготовки 6.050501 "Прикладна механіка" професійне спрямування "Інженерія логістичних систем". Укладачі: Горбатенко Ю.П. та інші. НТУУ «КПІ» гриф Вченої ради ММІ протокол № 10 від 26.05.2014.

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри, додаткові джерела спрямовані на ознайомлення з елементною базою, відомими теоретичними підходами до синтезу систем, сприяють розширенню світогляду на будову технічних систем;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та залікових лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач синтезу дискретних систем керування мехатроніки;
- Базові джерела містять теоретичні матеріали та приклади за всіма темами дисципліни і їх можна використовувати так само, як матеріал лекцій, але під час лекцій надається їх зв'язок з фрагментами методик та практичним і лабораторним використанням, чого не можна отримати з жодного літературного джерела;
- Темі розділів/підрозділів в джерелах 1 – 5 відповідають матеріалам лекційного курсу.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування кожної теми складається з п'ятьох компонентів: теоретичні відомості за темою, методики їх застосування, приклади застосування методик, лабораторна робота зі створенням макету діючої системи та її налагодженням, самостійне виконання роботи за індивідуальним завданням.

### ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<b>Розділ 1. Загальні відомості про вантажопідйомні машини. Загальні положення теорії і розрахунку.</b> <b>Лекція 1.</b> Функціональне призначення вантажопідйомних машин в сучасних виробничих процесах. Історична довідка: етапи становлення науки про підйомно-транспортні машини; внесок вітчизняних спеціалістів, в тому числі тих, що працювали на кафедрі і в НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського». Сучасний стан і

	<p>перспективи розвитку ВПО в Україні і світі, актуальні наукові і конструкторські задачі. Структура і задачі курсу.</p> <p><b>Лекція 2.</b> Класифікація вантажопідійомних машин. Основні робочі параметри і техніко-економічні показники. Норми і правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Групи класифікації (режиму роботи) вантажопідіймальних кранів і механізмів. Класифікація навантажень.</p> <p>Література: 1(вступ, розд. 1, 2)</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Вивчити основні схеми транспортних потоків в механообробних і механоскладальних цехах. Засвоїти технічно економічне обґрунтування використання ПТМ. Особливості умов експлуатації цехових ПТМ.</p>
2.	<p><b>Розділ 2. Привод механізмів вантажопідійомних кранів.</b></p> <p><b>Лекція 3.</b> Загальна структура приводів кранових механізмів. Приводні двигуни: електричні, внутрішнього згорання, гідравлічний привод, пневматичний привод.</p> <p><b>Лекція 4.</b> Механічні характеристики приводних двигунів. Основи розрахунку електроприводу: розрахунок потужності і вибір електродвигуна з урахуванням режиму роботи механізму; перевірки вибраного двигуна по еквівалентному моменту (на нагрів), по перевантажувальній здатності.</p> <p><b>Лекція 5.</b> Принципові схеми та основи розрахунку гідроприводу і пневмоприводу кранових механізмів. Передаточні механізми.</p> <p>Література: 1 (розд. 6 -7); 2 (розд.3).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Вивчити керування електричним двигуном з короткозамкненим ротором шляхом зміни кількості пар полюсів, застосування генераторного гальмування. Вивчити керування електричним двигуном з короткозамкненим ротором з застосуванням частотного перетворювача, використання явища ШІМ-модуляції. Системи захисту електродвигунів, електричні, механічні</p>
3.	<p><b>Розділ 3. Гальма та стопорні механізми.</b></p> <p><b>Лекція 6.</b> Призначення і класифікація гальм. Конструкція, принцип дії і розрахунок гальм колодкових, стрічкових, дискових, конусних, вантажеупорних.</p> <p><b>Лекція 7.</b> Приводні механізми гальм. Фрикційні матеріали. Гальмівні шківів і диски: конструкція, матеріали, розрахунок.</p> <p><b>Лекція 8.</b> Стопорні механізми храпові і роликові: призначення, конструкція і принцип дії, розрахунок.</p> <p>Література: 1 (розд. 5 -7), 2 (розд.4).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Вантажеупорні гальма. Використання гідравлічного або електричного керування режимом гальмування.</p>
4.	<p><b>Розділ 4. Механізми підйому вантажопідійомних кранів.</b></p> <p><b>Лекція 9.</b> Призначення, узагальнена структура та конструктивне виконання механізмів підйому: на самохідному вантажному візку, електрична таль, із застосуванням каретки на канатній тязі, із запасовкою вантажного каната на стрілі.</p> <p><b>Лекція 10.</b> Схеми запасовки вантажного каната, поліспасти силові і швидкісні: конструктивний устрій, призначення, робочі параметри, коефіцієнт корисної дії. Канати і вантажні ланцюги: конструкція, матеріали, розрахунок і вибір. Конструкція, матеріали та розрахунок канатних блоків, барабанів, зірок для ланцюгів.</p> <p><b>Лекція 11.</b> Вантажезахватні пристрої: гакова підвіска, механічні та вакуумні захвати, електромагніт. Вантажні гаки та скоби: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки. Розрахунок потужності, вибір та перевірка електродвигуна (гідроприводу). Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Динамічний розрахунок механізму.</p> <p>Література: 1 (розд.6-8, 2 (розд. 5).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Засвоїти розрахунок напружень в дротах каната та кількості блоків навантаження до руйнування дрота в зовнішньому шарі каната. Особливості конструкції лебідок з планетарними мотор-барабанами, також з двома двигунами різної потужності.</p>

5.	<p><b>Розділ 5. Механізми переміщення.</b></p> <p><b>Лекція 12.</b> Призначення, конструкція (кінематичні схеми) та принцип дії механізмів переміщення самохідного вантажного візка, електричної талі, каретки на канатній тязі. Механізми переміщення кранів - схеми центрального та роздільного приводу. Розрахунок сил опору в самохідних механізмах, умова сталості руху. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Перевірка приводу на відсутність буксування при розгоні та юзу при гальмуванні; на нагрів.</p> <p><b>Лекція 13.</b> Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Ходова частина кранів, балансирні візки. Ходові колеса і рейки: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки (на контактну міцність). Динамічний розрахунок механізму.</p> <p>Література 1 (розд. 3); 2 (розд.6).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Вивчити методи зменшення опору руху, особливо мостових і козлових кранів з роздільним приводом. Застосування систем автоматичного керування приводами руху для уникнення буксування і перекосу моста. Застосування системи автоматичного керування гальмування для уникнення руху юзом і перекосу моста при гальмуванні.</p>
6.	<p><b>Розділ 6. Механізми повороту. Механізми зміни вильоту вантажезахватних пристроїв.</b></p> <p><b>Лекція 14.</b> Принципові кінематичні схеми механізмів повороту кранів консольних поворотних і стрілових. Визначення моментів сил опору повороту.</p> <p><b>Лекція 15.</b> Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту і вибір гальм. Призначення, конструкція, принцип дії і розрахунок запобіжних муфт конусного і дискового типів.</p> <p><b>Лекція 16.</b> Кінематичні і розрахункові схеми механізмів зміни вильоту стріли з гідравлічним приводом; конструкція, принцип дії і розрахунок телескопічного механізму зміни довжини стріли. Власна і вантажна стійкість мобільних стрілових кранів.</p> <p>Література: 1 (розд. 7, 9); 2 (розд.7,8).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Вантажні характеристики стрілових кранів. Вибір стрілового каната. Коливання стріл на канатних підвісках і методи гасіння коливань стріл в вертикальній і горизонтальній площинах. Вивчити методи самомонтажа стрілових кранів.</p>
7.	<p><b>Розділ 7. Підйомники і ліфти.</b></p> <p><b>Лекція 17.</b> Призначення та конструкція підйомників і їх основних складових елементів: приводу, металоконструкції, вантажних ємкостей. Основи теорії розрахунку підйомників.</p> <p><b>Лекція 18.</b> Конструкція та принцип дії ліфта і його основних складових: приводної лебідки, направляючих, запобіжних пристроїв. Основи теорії розрахунку і конструювання ліфтів.</p> <p>Література: 1 (розд.1-3); 2 (розд. 2).</p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Зрівноваження підйомників- методи. Ліфтові парашути – особливості конструкції. Вивчити ліфтові двошвидкісні двигуни з короткозамкненим ротором (спеціальна серія).</p>

### ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ п/п	Назва практичного заняття	Кількість ауд. годин
	<b>Розділ 1. Загальні відомості про вантажопідйомні машини. Загальні положення теорії і розрахунку.</b>	6
1.	<b>Практичні заняття 1,2,3.</b> Розрахунок механізмів підйому вантажопідйомних кранів. Розрахунок та вибір каната; попередній розрахунок діаметрів канатних блоків і барабана. Розрахунок потужності механізму і вибір (попередній) електродвигуна; кінематичний розрахунок механізму і вибір (розрахунок) редуктора. Розрахунок та вибір деталей гакової підвіски.	2

	<b><i>Розділ 2. Привод механізмів вантажопідйомних кранів.</i></b>	6
2.	<b>Практичні заняття 4,5,6</b> . Розрахунок механізму підйому продовження). Розрахунок вузла барабана. Розрахунок гальмівного моменту і вибір гальм. Вибір з'єднувальних муфт. Перевірка вибраного електродвигуна на нагрів і перевантаження. Розрахунок динамічних сил в механізмі підйому.	2
	<b><i>Розділ 3. Гальма та стопорні механізми.</i></b>	8
3.	<b>Практичні заняття 7,8,9,10.</b> Розрахунок механізмів пересування вантажних візків і кранів. Визначення ваги візка (крана); вибір ходових коліс; визначення коефіцієнтів тертя ковзання (в підшипниках) і кочення; розрахунок сил опору переміщенню візка (крана) у відповідності із заданим режимом роботи (групою класифікації); розрахунок потужності і вибір (попередній) електродвигуна; кінематичний розрахунок приводу і вибір (розрахунок) редуктора. Перевірні розрахунки приводу: на відсутність буксування при розгоні та юзу при гальмуванні; на перевантаження. Розрахунок гальмівного моменту, вибір гальм. Розрахунок ходових коліс і рейок на контактну міцність.	2
	<b><i>Розділ 4. Механізми підйому вантажопідйомних кранів.</i></b>	4
4.	<b>Практичні заняття 11,12.</b> Розрахунок механізмів повороту. Визначення ваги поворотної частини крана; розрахунок моментів сил опору повороту; розрахунок потужності та вибір (попередній) електродвигуна; кінематичний розрахунок приводу та вибір (розрахунок) його елементів. Розрахунок гальмівного моменту і вибір гальм. Перевірні розрахунки електродвигуна (на нагрів, на перевантаження). Розрахунок запобіжної фрикційної муфти.	2
	<b><i>Розділ 5. Механізми переміщення.</i></b>	6
5.	<b>Практичні заняття 13,14,15.</b> Розрахунок механізмів зміни вильоту стріли стрілових кранів. Розробка кінематичної і розрахункової схеми механізму зміни вильоту стріли з стріловим поліспадом; розрахунок сил натягу стрілового каната; розрахунок потужності і вибір електродвигуна; розрахунок стрілового поліспада; кінематичний розрахунок приводу; перевірка електродвигуна на тривалість пуску; вибір гальм. Розробка кінематичної і розрахункової схем механізму зміни вильоту стріли з гідроприводом; розрахунок механізму. Розробка кінематичної і розрахункової схем механізму зміни довжини стріли (телескопічного механізму); розрахунок механізму.	2
	<b><i>Розділ 6. Механізми повороту. Механізми зміни вильоту вантажезахватних пристроїв.</i></b>	6
6.	<b>Практичні заняття 16,17,18.</b> Розрахунок металевих конструкцій кранів. Розробка розрахункової схеми металоконструкції пролітного (мостового) крана; визначення геометричних параметрів несучих балок; визначення згинаючих і скручуючих моментів, розрахунок міцності і стійкості металоконструкції. Розробка розрахункової схеми металоконструкції консольного поворотного крана, визначення діючих сил; розрахунок міцності і стійкості елементів конструкції. Розробка розрахункової схеми металоконструкції консольного настінного пересувного крана, визначення діючих сил; розрахунок міцності і стійкості елементів конструкції.	2

## ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Метою циклу лабораторних робіт з курсу «Вантажопідіймальні машини» є закріплення у студентів знань та формування навичок про конструктивний устрій, принцип дії і функціональне призначення вантажопідіймних машин, їх окремих механізмів, пристроїв і вузлів; методів оцінки, порівняльного аналізу та вибору для виконання конкретних технологічних функцій, у певних виробничих умовах, вантажопідіймних машин; теоретичних основ і методів розрахунку основних виконуючих механізмів вантажопідіймних машин, таких як механізми підйому, пересування вантажних візків (самохідних і на канатній тязі) і кранів, повороту, зміни вильоту і довжини стріли; основ теорії розрахунку, вибору і оптимізації електро- і гідроприводу кранових механізмів; методів розрахунку і вибору окремих стандартних пристроїв, вузлів і елементів вантажопідіймних машин, таких як гальма, з'єднувальні муфти, канати, стрічки, ланцюги, блоки і барабани, підшипники і т. інш., з урахуванням режимів роботи механізмів та відповідних їм графіків навантаження.

№ п/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
	<b><i>Розділ 2. Привод механізмів вантажопідіймних кранів.</i></b>	4
1.	<b>Лабораторна робота 1.</b> Визначення динамічних навантажень на елементи конструкції механізмів вантажопідіймальних кранів (вивчаються конструкції і технічні характеристики канатів, методів дослідження і оцінки динамічних навантажень на канати і елементи конструкції).	4
	<b><i>Розділ 3. Гальма та стопорні механізми.</i></b>	6
2.	<b>Лабораторна робота 2.</b> Експериментальне визначення часу гальмування колодкового гальма з електромагнітним приводом (вивчаються конструкції і принципи функціонування гальм різних типів, методики визначення гальмівного моменту, досліджуються способи налаштування і регулювання гальм з метою встановлення необхідного часу гальмування).	6
	<b><i>Розділ 5. Механізми переміщення.</i></b>	8
3.	<b>Лабораторна робота 3.</b> Дослідження перехідних періодів руху механізму переміщення вантажопідіймного візка (вивчаються конструкції і принципи функціонування вантажних візків різних типів і призначення, методики розрахунку і вибору привідних двигунів механізмів пересування, методики розрахунку і вибору редукторів, гальм, з'єднувальних муфт і ін., експериментально досліджуються характеристики перехідних періодів руху).	6
4.	<b>Лабораторна робота 4.</b> Дослідження параметрів гвинтового конвеєра.	2

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Метою самостійної роботи є засвоєння наданих на лекціях теоретичних матеріалів для підготовки та виконання індивідуальних завдань (РГР) з дисципліни «Вантажопідіймальні машини» та закріплення студентами вміння та навичок дослідження реальних вантажопідіймних машин, їх механізмів, пристроїв і вузлів з точки зору конструктивного устрою, принципу дії, виконуваних функцій і силового навантаження; розробки і оптимізації принципових кінематичних і розрахункових схем механізмів, пристроїв, вузлів і окремих елементів конструкції; розрахунку і конструювання, у відповідності із заданими вихідними параметрами і умовами експлуатації, вантажопідіймних машин, їх механізмів, пристроїв і вузлів, в тому числі з використанням автоматизованих комп'ютерних засобів проектування "АвтоКАД", "Компас"; виконання оптимізаційних розрахунків, таких як вибір електродвигунів механізмів кранів і конвеєрів з наступними перевітками їх придатності по умовах нагріву, відсутності буксування і юзу, перевантаження під час пуску і т.інш.; виконання розрахунків міцності та довговічності (визначення терміну служби або кількості циклів навантаження до руйнування) окремих деталей вантажопідіймних машин, таких як вали, осі, підшипники, зубчасті колеса і інш.; дослідження і



аналіз походження, величини і характеру динамічних сил, які виникають у вантажопідійомних машинах, їх механізмах, під час перехідних процесів та впливу цих сил на міцність і довговічність конструкцій; добору та використання для вирішення поставлених конкретних розрахункових і конструкторських задач широкого спектру навчально-методичної, наукової, довідкової та нормативної літератури; виготовлення та оформлення у відповідності з діючими ДСТУ навчальної проектно-конструкторської документації, пояснювальної записки, креслень загальних видів машин, збірних креслень механізмів і вузлів, робочих креслень і ескізів деталей.

#### **Рекомендована тематика РГР**

1. Розрахунки і конструювання механізмів мостового крана.
2. Розрахунок і конструювання механізмів одно балкового мостового крана (кран-балки з електричним талем).
3. Розрахунки і конструювання механізмів настінного консольного крана з самохідним вантажним візком.
4. Розрахунки і конструювання механізмів настінного консольного крана з електричним талем.
5. Розрахунки і конструювання механізмів консольного поворотного крана з кареткою на канатній тязі.
6. Розрахунки і конструювання механізмів поворотного консольного крана з електричним талем.
7. Розрахунки і конструювання механізмів ліфтів: пасажирського, вантажного.

### **Політика та контроль**

#### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

Основним засобом діагностики успішності навчання є 2 індивідуальні практичні і лабораторні роботи із різними технічними засобами.

Відповідно до Робочого навчального плану підготовки студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 131 Прикладна механіка освітньої програми «Автоматизовані та роботизовані механічні системи» в рамках дисципліни «Вантажопідіймальні машини» передбачено розрахункову роботу, яка є частковим засобом діагностики успішності навчання.

Додатковим засобом діагностики успішності навчання є письмово-практичний «екзамен», який містить теоретичні та практичні завдання.

Для належного засвоєння матеріалів дисципліни потрібно:

- повне відвідування лекцій та практичних занять;
- правила поведінки на заняттях передбачають активний діалог з викладачем, роботу в командах зі змінами сценарію, швидка підготовка рішень за тестовими завданнями;
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несамостійному виконанню робіт;
- політика дедлайнів полягає в виконанні та захисті РГР до екзамену;
- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим в «КПІ ім. Сікорського»;
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетенцій щодо створення сучасної техніки та розширення сфер її застосування.

#### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

(Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю)

Засобами діагностики успішності навчання є 2 індивідуальні практичні роботи, поточні лабораторні роботи, РГР що виконується за індивідуальним завданням та потребує публічного захисту та екзамен.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 2 лабораторних робіт - 30 балів;
- виконання та захист РГР - 30 балів;
- відповідь на екзамені - 40 балів.

## СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

### 8.1. Залікові лабораторні роботи ( $r_1$ )

Необхідною умовою допуску до залікової лабораторної роботи є відпрацювання 100% поточних лабораторних робіт. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить 15 балів (табл.1). Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:  $r_1 = 2 \text{ роботи} \times 15 \text{ балів} = 30 \text{ балів}$ .

Максимальна кількість штрафних балів мінус 2 бали, або заохочувальних +2 бали за всі поточні лабораторні заняття. Бали додаються за оригінальні рішення. Бали втрачаються за некоректне використання обладнання та запозичення чужих рішень.

Рейтингові бали за одну залікову лабораторну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
15	Зауважень до результату нема, є відповіді на всі запитання
13	Зауважень до результату нема, але недостатньо виконані розрахунки
10	Затримка у часі налагодження обладнання
9	Затримка у часі складання та виконання розрахунків
0	Обладнання не працює або не відповідає завданню

### 8.2. Розрахунково-графічна робота ( $r_2$ )

Ваговий бал РГР становить 30 балів.

Рейтингові бали РГР

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
30	Зауважень до графічної частини та записки немає, висока складність, успішний захист
27	Зауважень до графічної частини та записки немає, середня складність, успішний захист
22	Зауважень до графічної частини та записки немає, низька складність, успішний захист
20	Схеми мають не принципові помилки, відповіді лише на принципові питання
18	Робота повністю виконана, але є окремі невраховані режими роботи
0	Робота не відповідає завданню або не виконана

### 8.3. Модульний контроль (пропонується до розв'язання практична задача по окремій темі або темах теоретичного курсу).

Ваговий бал – 6.

Таблиця 3

Бали	Критерії оцінювання
6	Наведено послідовне, теоретично обґрунтоване і графічно проілюстроване розв'язання задачі, одержана правильна відповідь.
5...4	Наведено достатньо послідовне і повне розв'язання задачі, з необхідними посиланнями на теорію, одержана правильна відповідь, але при цьому допущені окремі неточності (1-2).
3...2	Наведено лише частину ( $\geq 60\%$ ) правильного розв'язання задачі.
1	Наведено лише декілька логічних кроків розв'язання задачі, окремі формули, викладки.
0	Не надано жодного вирішення запропонованої задачі.

### 8.4. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл.3). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати 5 балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

## Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 4

Дія	Бали
Відсутність на лабораторному занятті без поважної причини	мінус 0,2 бали (але в сумі не більш ніж мінус 2)
Не своєчасне відпрацювання залікової лабораторної роботи (термін виконання роботи - два тижні).	мінус 0,5 бали (але в сумі не більш ніж мінус 1)
Оригінальне рішення за завданням лабораторних робіт	плюс 2 бали
Робота асистентом при проведенні Всеукраїнської студентської олімпіади	плюс 5 балів
Допомога відстаючим під час виконання поточних лабораторних робіт	плюс 1 бал

### 8.5. Календарний контроль

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання:

теоретична частина 1-ї залікової лабораторної роботи: 5 балів;

постановочна та аналітична частини РГР: 10 балів.

Що становить у сумі  $5+10=15$  балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $15 \times 0,5 = 7,5$  балів.

На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання:

теоретична частина 2-ї залікової лабораторної роботи: 5 балів;

перша проектна частина РГР (апаратні засоби керування): 10 балів.

Що становить у сумі  $5 + 10 = 15$  балів. Таким чином для отримання "задовільно" з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $15 \times 0,5 = 7,5$  балів.

### 8.6. Критерії оцінювання екзамену.

Екзамен складається з двох теоретичних питань та практичного завдання, вага кожного питання 5 балів, практичного завдання 30 балів (5 балів схемне рішення, 5 балів підбір обладнання, 5 балів оформлення опису роботи системи, 5 балів алгоритм керування, 10 балів демонстрація роботи алгоритму керування). Максимальна кількість балів екзамену становить  $5 + 5 + 30 = 40$  балів (таблиця 5).

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне запитання і завдання білета за таблицями 4 і 5.

### Кількість балів за одне теоретичне завдання білета екзамену

Таблиця 5

Бали	Критерій оцінювання
5,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження до схем та неточності у відповідях
4,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
3,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, вірна відповідь на всі принципові питання, окремі недоліки
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

### Кількість балів за практичне завдання білета екзамену

Таблиця 6

Бали	Критерій оцінювання
30,0	Рішення задачі повністю відповідає завданню, можливі несуттєві зауваження та неточності у відповідях
27,0	Рішення задачі повністю відповідає завданню але є недоліки в виборі схеми машини
22,0	Рішення задачі відповідає завданню за виключенням деяких розрахунків
18,0	Рішення задачі відповідає завданню за описом, складом, схемним рішенням але розрахунки не відповідають опису машини
0,0	Рішення задачі не відповідає завданню

### 8.7. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $r_d$ ):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:  $R_c = \sum_i r_i$

де  $r$  - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 1 - 5).

$R_c = 30\text{лб} + 30\text{РГР} = 60$  балів.

Екзаменаційна складова  $R_E$  шкали дорівнює:  $R_E = 40$  балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає  $R_D = R_c + R_E = 60 + 40 = 100$  балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і підготовка до захисту РГР, виконання 100% поточних лабораторних, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг  $R_c$  не менше 50% від  $R_c$ . Тобто, не менш  $R_c = 0,5 \times 50 = 25$  балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше  $0,5 \times R_c = 30$  балів, допускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше  $0,5 \times R_c = 25$  балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено:** старшим викладачем кафедри ПГМ Горбатенко Юрієм Павловичем

**Ухвалено** кафедрою ПГМ (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією інституту<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)