

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**  
Ректор НУБіП України  
професор С. Ніколаєнко  
"09" 09 2020 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

з комплексу фахових дисциплін для вступників на освітньо-наукову програму  
"Галузеве машинобудування" підготовки фахівців PhD доктор філософії  
із спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Голова комісії  
І. Роговський І. Роговський  
Гарант освітньо-наукової програми  
І. Головач І. Головач

**Київ – 2020**

## **1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ**

1.1. Короткий огляд сучасного розвитку машин і засобів механізації сільськогосподарського виробництва (далі – машини і засоби механізації). Значення їх в агропромисловому виробництві та природоохоронній сфері.

1.2. Стан машин і засобів механізації в розрізі сучасних досягнень техніки і технологій. Спеціалізовані заводи, підприємства, холдинги та організації галузі машин і засобів механізації.

1.3. Досягнення вітчизняної та закордонної науки в галузі машин і засобів механізації. Класифікація машин і засобів механізації. Групи класифікації машин в цілому. Групи класифікації засобів в цілому.

1.4. Короткий огляд сучасного розвитку піднімально-транспортних машин (далі – ПТМ). Значення їх в агропромисловому виробництві, лісовому господарстві, цивільному і промисловому будівництві, переробній галузі та природоохоронній сфері.

1.5. Стан ПТМ в розрізі сучасних досягнень техніки і технологій. Спеціалізовані заводи, підприємства, холдинги та організації галузі ПТМ.

1.6. Досягнення вітчизняної та закордонної науки в галузі ПТМ. Класифікація ПТМ. Групи класифікації крана в цілому. Групи класифікації механізмів в цілому.

## **2. ПОСТАНОВКИ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

2.1. Експеримент та його організація. Задачі експерименту. Класифікація експериментів. Устаткування для проведення експериментальних досліджень. Обсяг експериментальних досліджень та точність вимірювань. Особливості проведення експериментальних досліджень в польових умовах. Випробування сільськогосподарської техніки як особливий вид експериментальних досліджень.

2.2. Методика планування експерименту. Параметри оптимізації та вимоги до них. Вибір факторів та вимоги до них. Нейтралізація вхідних факторів. Поняття апріорної інформації.

2.3. Багатофакторний експеримент та методика його планування. Загальні положення та етапи проведення багатофакторного експерименту. Побудова повного факторного експерименту (далі – ПФЕ): а) вибір математичної моделі; б) побудова плану ПФЕ; в) рандомізація дослідів; г) число повторюваностей дослідів. Частковофакторний експеримент.

2.4. Ймовірісно-статистичні методи в інженерних дослідженнях. Поняття випадкової величини. Закони розподілу випадкової величини. Вибірковий метод досліджень випадкових величин. Числові характеристики випадкових величин. Види законів розподілу. Нормальний закон розподілу. Оцінки статистичних характеристик випадкової величини. Перевірка статистичних гіпотез.

2.5. Методи дисперсійного аналізу і оцінка якості роботи машин. Суть дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз. Багатофакторний дисперсійний аналіз.

2.6. Методи кореляційного і регресійного аналізу. Поняття кореляції і регресії. Коефіцієнт кореляції, його аналіз. Завдання і порядок проведення регресійного аналізу. Коефіцієнт множинної кореляції. Коваріація.

2.7. Моделювання. Математичні моделі. Фізичні моделі. Теореми подібності. Критерії подібності.

### **3. ФОРМАЛІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ ТА СЕРЕДОВИЩ. МЕТОДИ МЕХАНІКИ МАТЕРІАЛІВ**

3.1. Методи формалізації сільськогосподарських матеріалів та середовищ. Класифікація матеріалів та середовищ. Матеріали, що дозволяють формалізацію матеріальною точкою. Матеріали, що дозволяють формалізацію як абсолютно тверде тіло. Матеріали, що дозволяють формалізацію як сипке дискретне середовище. Матеріали, що дозволяють формалізацію як суцільне середовище. Матеріали, що дозволяють формалізацію як конструкції з деформованих середовищ.

3.2. Основи механіки деформівного твердого тіла (МДТТ). Властивості твердих, рідких та газоподібних середовищ. Опис структури реальних тіл на макро, мезо и мікрорівнях. Феноменологічний опис моделі суцільного середовища середовища. Поняття про напруження, деформації, переміщення та їх поля. Напружений та деформований стан тіла. Лагранжев та Ейлерів способи описання руху і деформування суцільного середовища. Елементи тензорного та векторного аналізу. Індексні (тензорні) позначення. Ранг тензора. Скаляри, вектори, діадики. Перетворення координат. Декартові тензори. Головні значення та головні напрямки симетричних тензорів другого рангу. Характеристичне кубічне рівняння тензора та його інваріанти. Теорема Остроградського для векторного и тензорного полів.

3.3. Основи диференціальної геометрії кривих ліній та поверхонь у тримірному декартовому просторі. Формули Френе та їх узагальнення для

багатомірних евклідових просторів. Натуральні рівняння кривих ліній. Елементи диференціальної геометрії поверхонь. Криволінійні координатні лінії на поверхні, тригранник Дарбу. Перша та друга квадратичні форми поверхні, властивості її кривини.

3.4. Основні фізико-механічні властивості реальних середовищ (пружність, в'язкість, пластичність), їх вплив на опір матеріалів деформуванню та руйнуванню. Діаграми деформування та їх апроксимація при простих навантаженнях. Вплив різних факторів (температури, швидкості деформування або навантаження, повзучості та релаксації, тиску, циклічності та інших фізичних дій) на параметри діаграм деформування.

3.5. Критерії міцності за різних умов навантаження та різних феноменологічних представлень суцільних середовищ, їх аналіз та межі застосування.

3.6. Основи теорії пластичності та теорії сипких середовищ. Основні закони пластичної течії. Рівняння малих пластичних деформацій. Близькість теорії пластичності та механіки ґрунтів.

## 4. МЕХАНІКА ТОЧКИ ТА ТВЕРДОГО ТІЛА

4.1. Кінематика точки. Кінематика системи відліку (кінематика абсолютно твердого тіла). Властивості матриці напрямних косинусів. Кутова швидкість. Кінематичні рівняння для кутів Ейлера, для матриці напрямних косинусів.

4.2. Геометрія мас та динамічні міри руху механічної системи. Кількість руху. Момент кількості руху (кінетичний момент). Кінетична енергія.

4.3. Основні теореми динаміки. Теореми про зміну кількості руху та моменту кількості руху. Теорема про рух центра мас. Реактивний рух. Рівняння Мещерського. Теорема про зміну кінетичної енергії. Основні теореми динаміки для відносного руху.

4.4. Лагранжева механіка. Принцип Даламбера-Лагранжа. Число степенів вільності. Узагальнені координати. Віртуальні переміщення. Голономні та неголономні системи. Рівняння Лагранжа. Рівняння Лагранжа з множниками. Рівняння Аппеля.

4.5. Стійкість руху. Основні поняття теорії стійкості руху. Стійкість за Ляпуновим. Асимптотична стійкість. Функції Ляпунова. Стійкість лінійних стаціонарних систем. Критерій Рауса-Гурвица. Частотні критерії (критерії Михайлова, Найквіста). Теореми Ляпунова про стійкість за першим наближенням. Стійкість стаціонарних переміщень механічної системи. Теорема

Лагранжа про стійкість положення рівноваги та її узагальнення. Коефіцієнти стійкості Пуанкаре.

4.6. Коливання. Коливання лінійних стаціонарних систем. Спектральні властивості лінійних систем. Класифікація лінійних сил. Теореми Релея. Вимушені коливання. Амплітудно-частотні характеристики. Резонанс. Параметричний резонанс у лінійних системах зі змінними коефіцієнтами.

4.7. Коливання нелінійних систем. Амплітудно-частотні характеристики. Біфуркації стаціонарних станів. Автоколивання як стійкі граничні цикли на фазовій площині.

## 5. ДИНАМІКИ МАШИН

5.1. Основні задачі прикладної динаміки машин, технічних систем (далі – ТС) АПК. Динамічні властивості та характеристики машин АПК. Процес формування навантажень в машинах, ТС АПК та їхні основні стадії. Характер динамічних навантажень в основних елементах сільськогосподарських машин, ТС АПК. Основні параметри і характеристики, що визначають динамічні навантаження сільськогосподарських машин, ТС АПК.

5.2. Динамічне моделювання машин і засобів механізації. Функціональна і структурна будова основних видів обладнання АПК. Основні типи двигунів, що використовуються для приводів обладнання АПК та їхні характеристики. Механічні системи передавальних механізмів обладнання АПК. Системи керування рухом обладнання АПК. Зведення мас та моментів інерції елементів машини, ТС АПК. Зведення сил і моментів сил, що діють на окремі ланки машин, ТС АПК. Зведення жорсткостей окремих пружних ланок машин, ТС АПК.

5.3. Динамічні моделі двигунів. Ідеальні, статичні і динамічні характеристики двигунів. Характеристики електродвигунів постійного струму і асинхронних електродвигунів змінного струму. Характеристики гідравлічних двигунів об'ємного регулювання та з дросельним регулюванням характеристики двигунів внутрішнього згорання.

5.4. Динамічні моделі механічних систем. Побудова динамічних моделей машин, ТС АПК з жорсткими ланками. Обґрунтування побудови жорстких моделей. Визначення функцій положення ланок і передаточних функцій, а також зведених мас і сил для систем з лінійними і нелінійними функціями положення ланок. Побудова динамічних моделей з пружними ланками. Обґрунтування побудови пружних моделей. Визначення функцій положення ланок і передаточних функцій, а також зведених мас, сил і

жорсткостей ланок для систем. Одномірні та багатомірні ланцюгові динамічні моделі обладнання АПК. Динамічні моделі окремих елементів машин, ТС АПК з розподіленими параметрами. Особливості побудови динамічних моделей механізмів обладнання АПК.

5.5. Математичне моделювання динаміки машин. Методи побудови математичних моделей динаміки руху механічних систем: метод рівноваги (принцип Даламбера); принцип можливих переміщень принцип Гамільтона-Остроградського; рівняння Лагранжа другого роду. Рівняння динаміки руху машин, представлених одномірною ланцюговою динамічною моделлю мас з пружними та пружно-в'язкими зв'язками. Методи розв'язку диференціальних рівнянь руху механічних систем.

5.6. Основи розрахунку динамічних навантажень. Визначення динамічних навантажень в пружних елементах машин, ТС АПК, представленими одномірними ланцюговими динамічними моделями. Вплив механічної характеристики двигуна і характеру зміни сил опору на робочому органі на динамічні навантаження в пружних елементах машин, ТС АПК. Вплив величини та лінійності пружних зв'язків між елементами машин, також демпфірування і зазорів в елементах зв'язку на динамічні навантаження. Аналіз перехідних процесів руху (запуск, реверсування, гальмування), а також усталеного режиму руху машин, ТС АПК. Внутрішня динаміка трансмісії машин, ТС АПК. Зубчаста та ланцюгова передачі як елементи коливальної системи. Вплив з'єднувальних пружно-демпфуючих муфт на формування силових перехідних процесів в машинах, ТС АПК.

## **6. МЕХАТРОНІКА**

6.1. Кібернетична модель живого організму та технічної системи. Предмет мехатроніки та основні задачі. Зв'язок мехатроніки з механікою та електронікою. Взаємозв'язок мехатроніки з науково-технічними напрямками. Особливості виробів мехатроніки у порівнянні з класичними. Міжгалузевий характер мехатроніки та мехатронних систем (далі – МС). МС промислового застосування. Структурна схема машини з комп'ютерним управлінням руху. Основні функції пристроїв комп'ютерного управління.

6.2. Класифікація мехатронних систем. Застосування МС у агропромисловому комплексі. Число рівнів комп'ютерного управління рухом. Принципи управління МС. Рівень розвитку МС. Інтеграційна взаємодія дисциплін, які утворюють мехатроніку, Мікромехатронні пристрої та компоненти. Мікроробототехніка. Мікро-, нано- та субнаномехатронні

структури та середовища.

6.3. Теоретичні основи (засоби мехатронного обладнання). Структурна схема контролера. Блок-схема сервосистеми. Сенсорні системи. Актуатори. Електронні системи. Моделювання та методологія конструювання МС. Інформаційний процесинг структур для МС. Методи управління у МС. Адаптивне управління у МС.

6.4. Управління рухом в мехатроніці. Мета управління рухом. Робастність управління рухом. Контролери робастного руху. Управління місцеположенням та силою, імпедансом. Параметрична ідентифікація механічних систем. Управління вібрацією у механічних резонансних системах.

6.5. Предмет мехатроніки та основні задачі. Зв'язок мехатроніки з механікою та електронікою. Взаємозв'язок мехатроніки з науково-технічними напрямками. Особливості виробів мехатроніки у порівнянні з класичними. Основні функції пристроїв комп'ютерного управління.

6.6. Класифікація мехатронних систем (далі – МС). Число рівнів комп'ютерного управління рухом. Принципи управління МС. Рівень розвитку МС. Мікромехатронні пристрої та компоненти.

6.7. Теоретичні основи (засоби мехатронного обладнання). Структурна схема контролера. Блок-схема сервосистеми. Сенсорні системи. Електронні системи. Моделювання та методологія конструювання мехатронних систем (МС). Методи управління у МС. Адаптивне управління у МС.

6.8. Управління рухом в мехатроніці. Мета управління рухом. Робастність управління рухом. Контролери робастного руху.

## **7. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН**

7.1. Фізичні величини, які характеризують кінематичні та динамічні властивості машин. Фізичні величини, які описують процес формування навантажень в машинах та його основні стадії . Фізичні величини, які описують характер динамічних навантажень в основних елементах сільськогосподарських машин. Основні методи та засоби вимірювання параметрів і характеристик, що визначають динамічні навантаження сільськогосподарських машин.

7.2. Фізичні величини, які описують динамічні моделі машин.

## **8. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

8.1. Векторний аналіз. Скалярні поля. Векторні поля. Криволінійні та

поверхневі інтеграли. Градієнт, дивергенція, ротор, оператор  $\nabla$ . Оператор Лапласа.

8.2. Диференціальне обчислення. Системи диференціального обчислення. Класифікація диференціальних рівнянь в частинних похідних. Гіперболічні, параболічні, еліптичні рівняння в частинних похідних. Лінійні рівняння математичної фізики. Способи розв'язання рівнянь в частинних похідних.

8.3. Екстремуми. Екстремум функції однієї змінної. Екстремум функції багатьох змінних. Метод множників Лагранжа.

8.4. Варіаційне числення. Постановка задачі. Рівняння Ейлера-Лагранжа. Прямі варіаційні методи.

8.5. Операційне числення. Інтегральне перетворення Лапласа.

8.6. Теорія ймовірності. Випадкові процеси. Визначення ймовірності. Правила «поєднань». Дискретні одномірні розподіли ймовірностей. Неперервні одномірні розподіли ймовірностей. Оцінки розподілу одномірних випадкових величин. Моменти одномірного розподілу ймовірностей.

8.7. Багатомірні випадкові величини. Дискретні та неперервні двомірні розподіли випадкових величин.

8.8. Теорія випадкових процесів. Випадкові процеси. Кореляційні функції. Стаціонарні випадкові процеси. Кореляційні функції та спектральні щільності. Типи випадкових процесів.

8.9. Математична статистика. Визначення та обчислення статистик випадкової вибірки. Типові розподіли ймовірностей. Оцінки параметрів випадкових величин. Перевірка статистичних гіпотез.

## **9. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС І НАДІЙНІСТЬ МАШИН І ЗАСОБІВ**

9.1. Сучасні положення теорії надійності і технічного сервісу машин та засобів механізації в агропромисловому виробництві і природоохоронній сфері.

9.2. Шляхи підвищення надійності машин і засобів механізації. Сучасні проблеми створення машин і засобів механізації, що забезпечують їх ергономічність, надійність, економічність, екологічність і технологічність проектування, виготовлення, технічного сервісу.

9.3. Монтаж машин і засобів механізації. Техніка безпеки монтажних робіт. Організація і підготовка до монтажу. Розроблення методів монтажу машин і засобів механізації.

9.4. Технічна експлуатації машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів технічної експлуатації машин і засобів механізації.



9.5. Виробнича експлуатації машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів виробничої експлуатації машин і засобів механізації.

9.6. Технічне обслуговування машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів технічного обслуговування машин і засобів механізації.

9.7. Технічне діагностування машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів діагностування машин і засобів механізації.

9.8. Випробування машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів випробування машин і засобів механізації.

9.9. Ремонт машин і засобів механізації. Розроблення методів, технологій і засобів ремонту машин і засобів механізації.

9.10. Утилізація машин і засобів механізації. Багатомірні випадкові величини.

## **10. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН І ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ**

10.1. Застосування міні- та мікро- електронно-обчислювальних засобів і мікропроцесорного обладнання в машинах і засобах механізації. Сучасні системи автоматизованого проектування машин і засобів механізації (далі – САПР).

10.2. Процес проектування в САПР. Види проектування.

10.3. Постановка задач оптимального проектування в САПР. Проектні параметри. Обмеження. Простір проектування. Цільова функція. Критерії оптимізації.

## **11. ВАНТАЖОПДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ**

11.1. Мостові електричні крани загального призначення.

Загальні відомості. Поняття прольоту та бази. Улаштування моста механізму пересування крана. Компоновка візка. Механізм підйому вантажу та пересування візка. Блокування механізмів. Порівняльна характеристика механізмів ходу моста з тихохідним трансмісійним валом, швидкохідним та роздільним приводом ходових коліс. Характеристики мостових кранів.

11.2. Деталі та вузли механізмів підйому вантажу.

Нерухомі і рухомі підйомні блоки, прості канатні та здвоєні поліспасти. Основні силові та кінематичні залежності. ККД блоків і поліспастів. Роз-

рахунок натягу каната в поліспасті. Гнучкі елементи вантажопідйомних машин. Сталеві дротяні канати: матеріали, конструкції, засоби сукання, структура, розподіл по напрямку і сполученню сукання, перевага та недоліки. Блоки і зірочки. Призначення, конструкції, матеріали, основні розміри. Засоби підвищення довговічності блоків і канатів.

### 11.3. Конструкції кранових барабанів.

Барабани: призначення, конструкції, матеріали. Розрахунок діаметра і канатомісткості. Засоби кріплення каната на барабані. Розрахунок барабана на стиск і опір вигину і кручення.

### 11.4. Вантажозахватні пристрої.

Призначення і вплив їх на продуктивність крану. Однорогі та дворогі ковани гаки: конструкції, матеріали, термічна обробка, кріплення в підвісках. Вибір гаків по національним стандартам, розрахунок на міцність. Кліщові та кулачкові захвати: застосування у сільському господарстві, конструкції, розрахунок. Грейфери: застосування, конструкції, розподіл за засобом керування, основні параметри. Підйомні магніти: електромагніти типу М та ПМ, фактори, що впливають на їх вантажопідйомність, переваги та види. Постійні магніти, засоби звільнення від вантажу, переваги. Вакуумні захвати: принцип дії, області застосування, розрахунок вантажопідйомності.

### 11.5. Деталі і вузли механізмів пересування.

Ходові колеса: конструкції, матеріали, термообробка. Монтаж ходових коліс, засоби підвищення терміну дії. Розрахунок ходових коліс. Рейко-вий шлях: типи рейок та їх кріплення. Засоби контролю розміру колії і монтажу рейок.

### 11.6. Зупинники і гальма.

Зупинники: призначення, типи, конструкції, робота і розрахунок. Гальма. Загальні відомості (фрикційні матеріали. Розподіл за засобом керування, гальмовий момент). Колодкові гальма: типи, конструкції, розрахунок, переваги та види. Стрічкові гальма: прості, диференційні та двосторонньої дії (схеми, розрахунки сили гальмування, переваги та недоліки). Диско – колодкові гальма: конструкції, розрахунок, переваги.

### 11.7. Привід вантажопідйомних машин.

Типи приводів: ручний, паровий, пневматичний, гідравлічний, від двигунів внутрішнього згорання, дизельелектричний та електричний. Короткий огляд, порівняльний аналіз. Електричні двигуни: вимоги, що до кранових двигунів, перевантажувальна здатність. Типи асинхронних двигунів, двигуни постійного струму, їх механічні характеристики та засоби запуску. Динаміка електроприводу: рівняння руху, статичні та динамічні моменти, зведення мас,

розрахунок тривалості пуску та гальмування приводу, перевірка кранових двигунів на нагрів.

#### 11.8. Динаміка кранів.

Побудова динамічних моделей. Методи синтезу математичних моделей динамічних систем. Метод рівноваги. Принцип можливих переміщень. Принцип Гамільтона-Остроградського (рівняння Лагранжа II роду)

Типові елементи машин, що описуються нелінійними залежностями. Момент інерції (маса). Жорсткість. Дисипація.

Коливання у машинах та механізмах. Класифікація коливань. Фазові траєкторії та фазовий портрет коливань.

Динамічні розрахунки машин. Виведення рівнянь руху. Вибір закону руху вихідної ланки двигуна. Розв'язок рівняння руху. Дослідження перехідного процесу при дії сил опору. Методи зменшення динамічної похибки.

Розгойдування вантажу при пуску. Механізми пересування кранів. Визначення опору переміщення механізмів з приводними колесами. Електричний привід вантажопідійомних машин.

Моделювання динаміки перехідних процесів піднімальних машин. Аналіз існуючих динамічних моделей піднімальних машин. Визначення вузлів коливань піднімальної машини з урівноважуючим канатом.

## 12. СПЕЦІАЛЬНІ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ

### 12.1. Мостові крани.

Загальні відомості і конструктивні особливості. Магнітні крани. Грейферні крани. Магнітно-грейферні крани. Особливості розрахунку вантажу при відхиленні від вертикального положення.

### 12.2. Портальні крани.

Портали і тиск на їх опори. Механізми підйому. Опорно-поворотні пристрої. Стрілові пристрої, їх оптимізація і врівноваження. Механізми зміни вильоту.

### 12.3. Баштові крани.

Загальні відомості. Конструктивні особливості вузлів баштових кранів. Особливості розрахунку баштових кранів.

12.4. Стрілові самохідні крани. Конструктивні особливості різних самохідних кранів. Автомобільні крани. Пневмоколісні крани. Крани на гусеничному ході. Залізничні крани.

### 12.5. Крани з шарнірно-зчленованою системою.

Механізм врівноваження стрілової системи. Конструкція крана і кінематична схема. Керування приводами. Оптимізація режимів руху крана.

12.6. Конструкція кабельних кранів. Призначення. Натяжні пристрої. Розрахунок параметрів кабельних кранів. Запасування канатів. Керування кабельними кранами.

### **13. МАШИНИ НЕПЕРЕРВНОГО ТРАНСПОРТУ**

13.1. Загальні відомості про машини неперервного транспорту в агропромисловому виробництві, лісовому господарстві, будівництві, переробній галузі та природоохоронній сфері.

Класифікація. Основні параметри.

13.2. Стрічкові конвеєри для агропромислових, лісогосподарських, будівельних і вантажів переробної галузі та природоохоронної сфери.

Будова стрічкового конвеєра. Конвеєрна стрічка. З'єднання стрічки. Пристрої для підтримання стрічки. Приводи конвеєрів. Барабани та натяжні механізми. Натяжні пристрої. Завантажувальні та розвантажувальні пристрої. Монтаж стрічкових конвеєрів. Зупинники стрічкових конвеєрів.

13.3. Ланцюгові конвеєри для агропромислових, лісогосподарських, будівельних і вантажів переробної галузі та природоохоронної сфери.

Тягові органи конвеєрів. Приводи. Керування пуском конвеєрів.

13.4. Ковшові конвеєри.

Призначення, типи ковшових конвеєрів. Типи ковшів. Завантаження і розвантаження ковшів. Люлькові і полицеві елеватори. Розрахунок ковшевих транспортерів. Визначення сил опору руху тягового органу.

13.5. Гвинтові конвеєри.

Застосування та будова. Типи шнеків. Проектування горизонтальних і пологопохилих тихохідних гвинтових конвеєрів. Проектування вертикальних і крутопохилих швидкохідних гвинтових конвеєрів.

13.6. Транспортувальні труби.

13.7. Інерційні конвеєри.

13.8. Вібраційні конвеєри.

13.9. Роликові конвеєри.

13.10. Пруткові конвеєри.

13.11. Пневматичні конвеєри.

Застосування. Типи вантажів, що транспортуються. Розрахунок пневмоустановок.

## **14. БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА І МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ ПТМ**

### **14.1. Основні положення.**

Задачі будівельної механіки ПТМ. Розрахункові схеми. Системи і їх елементи. Проблеми механіки піднімально-транспортних маніпуляторів, роботів і роботизованих систем.

### **14.2. Розрахунок статично визначуваних стержневих систем.**

Визначення зусиль в стержнях статично визначуваних фермах методом вирізання вузлів, методом перерізів. Розрахунок арочних конструкцій.

### **14.3. Поняття про лінії впливу.**

Побудова ліній впливу для балок і ферм. Визначення зусиль і моментів за лініями впливу. Визначення найбільш небезпечного положення навантаження конструкції.

### **14.4. Згин та кручення тонкостінних стержнів.**

Вільне кручення тонкостінних стержнів замкнутого і незамкнутого профілів. Секторіальні характеристики тонкостінних профілів. Стиснене кручення тонкостінних стержнів незамкнутого профілю. Поперечний згин тонкостінних стержнів незамкнутого профілю.

### **14.5. Статично невизначувані системи.**

Канонічні рівняння методу сил. Розрахунок статично невизначуваних криволінійних стержнів. Визначення переміщень в статично невизначених системах. Контроль правильності розкриття статичної невизначеності системи. Розрахунок просторових рамних систем. Розрахунок напружень і переміщень в статично визначуваних та статично невизначуваних системах від осадки опор і нерівномірної зміни температури

### **14.6. Пружні коливання. Класифікація механічних коливань.**

Вільні та вимушені коливання пружних систем. Критична швидкість обертання валу. Вільні коливання з двома або декількома степенями вільності. Крутильні коливання валів і систем передач. Поперечні коливання стержнів з зосередженими масами. Наближені методи визначення власних частот коливання.

## **15. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС І НАДІЙНІСТЬ ПТМ**

15.1. Сучасні положення теорії надійності і технічного сервісу ПТМ в агропромисловому виробництві, лісовому господарстві, будівництві, переробній галузі та природоохоронній сфері.

Шляхи підвищення надійності вантажопідіймальних машин, спеціальних вантажопідіймальних машин, машин неперервного транспорту. Сучасні проблеми створення ПТМ, що забезпечують їх ергономічність, надійність, економічність, екологічність і технологічність проектування, виготовлення, експлуатації, ремонту та утилізації.

#### 15.2. Монтаж ПТМ.

Монтаж вантажопідіймальних машин, спеціальних вантажопідіймальних машин, машин неперервного транспорту. Техніка безпеки монтажних робіт. Організація і підготовка до монтажу. Розроблення методів монтажу ПТМ.

#### 15.3. Технічна експлуатація ПТМ.

Розроблення методів, технологій і засобів технічної експлуатації ПТМ.

#### 15.4. Технічне обслуговування ПТМ.

Розроблення методів, технологій і засобів технічного обслуговування ПТМ.

#### 15.5. Ремонт ПТМ.

Розроблення методів, технологій і засобів ремонту ПТМ.

#### 15.6. Утилізація ПТМ.

Розроблення методів, технологій і засобів утилізації ПТМ.

## **16. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ, ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ РОБІТ**

16.1. Основні напрями в розвитку комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт.

Техніка безпеки при роботі з різними машинами і механізмами. Комплексно-механізовані навантажувально-розвантажувальні роботи. Автоматизовані навантажувально-розвантажувальні роботи. Методи механізації під час виконання різноманітних навантажувально-розвантажувальних робіт.

#### 16.2. Промислові роботи.

Загальні відомості. Класифікація. Структурна схема. Механічна системи (маніпулятор). Захватні пристрої. Піднімально-транспортні роботи.

16.3. Транспортно-технологічні схеми механізації і автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт в сільському господарстві.

## **17. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПТМ**

17.1. Застосування міні- та мікро- електронно-обчислювальних засобів і мікропроцесорного обладнання в ПТМ. Сучасні системи автоматизованого проектування ПТМ (далі – САПР).

17.2. Процес проектування в САПР. Види проектування.

17.3. Постановка задач оптимального проектування в САПР. Проектні параметри. Обмеження. Простір проектування. Цільова функція. Критерії оптимізації.

## **18. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПТМ. ДІАГНОСТИКА**

18.1. Загальні відомості про вимірювання.

Вимірювання і його структурні елементи. Різновиди класифікацій вимірювань. Структурні елементи вимірювань. Основні етапи вимірювань. Зміст і етапи обробки даних при вимірюванні.

18.2. Загальна характеристика математичних методів обробки даних при вимірюванні.

Математичні задачі обробки даних. Особливості застосування методів обробки даних. Статистичні моделі.

18.3. Обладнання для експериментальних досліджень.

Типи давачів, принцип роботи. Системи збору даних. АЦП, ЦАП, їх застосування.

## **19. ДИНАМІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПІДНІМАЛЬНИХ МАШИН**

19.1. Огляд методів оптимізації піднімальних машин. Про критерії якості силових процесів піднімальних машин. Про методи оптимізації параметрів піднімальних машин. Аналітичні методи синтезу оптимальних параметрів. Чисельні методи синтезу оптимальних параметрів піднімальних машин. Про методи оптимізації режимів руху піднімальних машин. Характеристика режимів руху.

19.2. Критерії оцінки якості піднімальних машин. Аналіз критеріїв якості. Інтегральні динамічні критерії. Зміст і форма критеріїв. Критерії якості режимів руху піднімальних машин. Критерії якості силових перехідних процесів піднімальних машин. Максимальне відхилення. Коефіцієнт динамічності. Синтез режимів руху за комплексним критерієм.

## Рекомендована література

1. Адамчук В. В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений / В. В. Адамчук. – К. : Аграрна наука, 2010. – 260 с.
2. Василенко П. М. Введение в земледельческую механику / П. М. Василенко. – К. : Сільгоспосвіта, 1996. – 251 с.
3. Василенко П. М. Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства / П. М. Василенко, И. И. Василенко. – М. : Колос, 1964. – 384 с.
4. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. – К. : УАСХН, 1960. – 283 с.
5. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання / [П. М. Бендера, К. М. Думенко, П. М. Полянський, О. М. Бистрий, О. С. Кириченко] ; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шебаніна, І. М. Бендери. – К. : Аграрна освіта, 2013. – 629 с.
6. Войналович О. В. Охорона праці у траринництві : навчальний підручник / О. В. Войналович, Є. І. Марчишина. – К. : Ред.-вид. відділ НУБіП України, 2015. – 503 с.
7. Войтюк В. Д. Управління системами машин у виробничих процесах рослинництва / І. І. Мельник, В. Д. Войтюк, С. М. Боднар. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2013. – 503 с.
8. Войтюк В. Д. Якість, стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки / [В. Д. Войтюк, В. І. Рубльов, М. І. Денисенко та ін.]. – Полтава : Крюков Ю. С., 2014. – 287 с.
9. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. – К. : Агроосвіта, 2015. – 679 с.
10. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін. ; ред. Д. Г. Войтюк. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с.
11. Голуб Г. А. Прибирання гною з приміщень. Механіко-технологічні основи : монографія / Г. А. Голуб, В. С. Хмельовський, М. І. Ікальчик, В. В. Теслюк. – К. : НУБіП України, 2015. – 232 с.
12. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.



13. Запобігання травматизму операторів сільськогосподарських агрегатів з використанням засобів дефектоскопії : монографія / О. В. Войналович, М. Г. Писаренко, М. М. Мотрич. – К. : Аграр Медіа Групп, 2015. – 188 с.
14. Кобець А. С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок : монографія / А. С. Кобець, Б. А. Волик, А. М. Пугач. – Дніпропетровськ : Свідлер А.Л., 2011. – 140 с.
15. Ловейкін В. С. Динаміка машин / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – К. : Компринт, 2013. – 240 с.
16. Ловейкін В. С. Динамічна оптимізація підйомних машин : навчальний посібник / В. С. Ловейкін, А. П. Нестеров. – Х. : Видавництво ХНАДУ, 2002. – 302 с.
17. Ловейкін В. С. Оптимізація режиму зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом : монографія / В. С. Ловейкін, Д. О. Міщук. – К. : Компринт, 2013. – 206 с.
18. Ловейкін В. С. Пруткові конвеєри коренезбиральних машин : монографія / В. С. Ловейкін, М. М. Коробко – К. : Компринт, 2013. – 237 с.
19. Механіка сільськогосподарських матеріалів та середовищ / В. П. Ковбаса, В. М. Швайко, О. П. Гуцол. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2015. – 536 с.
20. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : навч. посіб. / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов; Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. – Дніпропетровськ, 2009. – 84 с.
21. Надикто В. Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в земліробстві / В. Т. Надикто, В. М. Кюрчев, М. Л. Крижичківський, С. Л. Абдула. – Мелітополь : ТДАТА, 2006. – 337 с.
22. Надикто В. Т. Колійна та мостова система землеробства // В. Т. Надикто, В. О. Улексін : монографія. – Дніпропетровськ : Наука, 2008. – 269 с.
23. Оптимізація режимів роботи самоскидних вивантажувальних пристроїв : монографія / В. С. Ловейкін, В. І. Недовесов, Ю. В. Човнюк, Л. С. Шимко. – К. : Компринт, 2015. – 292 с.
24. Погорілий Л. В. Мобільна сільськогосподарська енергетика: історія, тенденції розвитку, прогноз / Л. В. Погорілий, В. Г. Євтенко. – К. : Фенікс, 2005. – 184 с.
25. Погорельый Л. В. Испытания сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин // Л. В. Погорельый, В. Я. Анилович. – К. : Фенікс, 2004. – 208 с.

26. Ревенко І. І. Комбіновані транспортно-технологічні засоби у тваринництві Національний проект «Відроджене скотарство» / І. І. Ревенко, В. В. Тимків. – К. : ДІА, 2011. – 44 с.
27. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва : підручник / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. – К. : Кондор, 2009. – 731 с.
28. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко, З. В. Ружилю [та ін.] ; за ред.: О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
29. Розробка ефективних технологій транспортування зерна від комбайнів : монографія / С. Г. Фришев, С. І. Козупиця. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2015. – 520 с.
30. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / За ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – К.: Аграрна наука, 2012. – 416 с.
31. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В. І. Кравчука. – К.: Аграрная наука, 2014. – 396 с.
32. Технічний сервіс в АПК / [С. М. Грушецький, І. М. Бендера, Я. М. Михайлович та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин Я. І., 2014. – 680 с.
33. Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин : монографія / Б. М. Гевко, О. Л. Лящук, Ю. Ф. Павельчук, В. М. Пришляк та ін. – Тернопіль : Вид. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 238 с.
34. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / В. И. Ветохин, И. М. Панов, В. А. Шмонин, В. А. Юзбашев. – К. : Феникс, 2009. – 264 с.
35. Управління комплексами машин у технологічних процесах обробітку ґрунту: монографія / С. М. Бондар, В. М. Пришляк, Л. С. Шимко. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2015. – 520 с.
36. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика : монографія / А. І. Фененко. – К. : Наука, 2008. – 198 с.
37. Шейченко В. О. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання та обертання : монографія / В. О. Шейченко, Г. А. Хайліс. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. – 240 с.
38. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху кранових механізмів : монографія / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2011. – 307 с.
39. Ловейкін В. С. Оптимізація перехідних режимів руху механічних систем прямим варіаційним методом : монографія / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М. – 2010. – 184 с.

40. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – Х.: Форт, 2007. – 256 с.
41. Степанов А. Г. Динамика машин / А. Г. Степанов. – Екатеринбург: УрОРАН, 2009. – 450 с.
42. Герасимьяк Р. П. Анализ и синтез крановых электромеханических систем / Р. П. Герасимьяк, В. А. Лещёв. – Одесса: СМІЛ, 2008. – 192 с.
43. Ловейкін В. С. Пруткові конвеєри коренезбиральних машин : монографія / В. С. Ловейкін, М. М. Коробко – К.: ЦП «Компринт», 2013. – 237 с.
44. Ловейкін В. С. Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана : монографія / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Г. В. Шумілов. – К.: ЦП «Компринт», 2013. – 174 с.
45. Ловейкін В. С. Оптимізація режиму зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом : монографія / В. С. Ловейкін, Д. О. Міщук. – К.: ЦП «Компринт», 2013. – 206 с.
46. Ловейкін В. С. Аналіз та синтез режимів руху механізмів вантажопідйомних машин : монографія / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – К.: ЦП «Компринт», 2012. – 299 с.
47. Ловейкін В. С. Динаміка машин / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – К.: ЦП «Компринт», 2013. – 240 с.
48. Григоров О. В. Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин / О. В. Григоров, В. С. Ловейкін. – К.: ІЗМН, 2017. – 264 с.
49. Ловейкін В. С. Динамічна оптимізація підйомних машин. Навчальний посібник / В. С. Ловейкін, А. П. Нестеров. – Х.: Видавництво ХНАДУ, 2020. – 302 с.
50. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана : монографія / В. С. Ловейкін, Д. А. Паламарчук. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 224 с.
51. Ловейкін В. С. Динамічна оптимізація механізму підйому вантажу мостових кранів : монографія / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – К.: ЦП „Компринт”, 2015. – 197 с.
52. Григоров О. В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин / О. В. Григоров. – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – 264 с.