


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

ПОГОДЖЕНО

В.о. декана інженерно-енергетичного
факультету



К.М. Горбунова

« 04 » 07 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор



Д.В. Бабенко

« 08 » 07 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

освітньо-професійна програма

«Агроінженерія»

для здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти 1-2-го року
очної (денної) форми навчання

на 2021-2022 навчальний рік

Ступінь вищої освіти **Молодший бакалавр**

Галузь знань **20 Аграрні науки та продовольство**

Спеціальність **208 Агроінженерія**

Мова викладання **українська**

Миколаїв
2021

Робоча програма відповідає меті та особливостям освітньо-професійної програми «Агроінженерія» початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти, затвердженої Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 23.02.2021_ (протокол №_7_).

Розробник програми: асистент О. В. Баранова, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ, протокол № 10 від 18 травня 2021 року.

В.о. завідувача кафедри
канд. екон. наук, доцент



П. М. Полянський

Схвалено науково-методичною комісією факультету інженерно-енергетичного факультету МНАУ, протокол №10 від 08 червня 2021 року.

Голова науково-методичної комісії
канд. техн. наук, доцент



О. А. Горбенко

Анотація

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка» є компонентою освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти за спеціальністю 208 Агроінженерія» 20 «Аграрні науки та продовольство» та узгоджується з її метою – підготовка молодших бакалаврів за початковим рівнем (короткий цикл) вищої освіти, здатних розв'язувати типові завдання та здійснювати професійну діяльність у сфері агроінженерії, що передбачає набуття загальних й фахових компетентностей, та може характеризуватися певною невизначеністю умов.

Мета навчальної дисципліни «Теоретична механіка» – ознайомити здобувачів вищої освіти з основними питаннями класичної механіки, особливостями загальних закономірностей механічного руху і рівноваги матеріальних тіл та систем.

Завдання дисципліни:

- розкрити предмет, методи і місце теоретичної механіки в системі природничих, соціально-економічних дисциплін, висвітлити її зміст і засади;
- ознайомити з основними поняттями і законами механіки;
- засвоїти основні механічні величини та їх значення для теоретичної механіки;
- засвоєння основних принципів побудови математичних моделей механічних систем;
- засвоїти основні моделі дослідження рівноваги та руху механічних систем, найважливіших (типових) алгоритмів такого дослідження;
- сприяти формуванню інженерного світогляду майбутніх фахівців.

Annotation

The discipline «Theoretical Mechanics» is a component of the educational and professional training program for higher education (short cycle) of higher education in the specialty 208 «Agricultural Engineering» 20 «Agricultural Sciences and Food» and is consistent with its purpose - the preparation of junior bachelors at the elementary level (short cycle) of higher education, able to solve typical problems and carry out professional activities in the field of agricultural engineering, which involves the acquisition of general and professional competencies, and may be characterized by a certain uncertainty of conditions.

The purpose of the discipline «Theoretical Mechanics» – to acquaint higher education students with the basic issues of classical mechanics, the peculiarities of the general laws of mechanical motion and equilibrium of material bodies and systems.

Tasks of the discipline:

- to reveal the subject, methods and place of theoretical mechanics in the system of natural, socio-economic disciplines, to highlight its content and principles;
- to acquaint with the basic concepts and laws of mechanics;
- to master the basic mechanical quantities and their values for theoretical mechanics;
- mastering the basic principles of building mathematical models of mechanical systems;
- to master the basic models of research of balance and motion of mechanical systems, the most important (typical) algorithms of such research;
- to promote the formation of the engineering worldview of future professionals.

2. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань **20 Аграрні науки та продовольство**

Спеціальність **208 Агроінженерія**

Ступінь вищої освіти **Молодший бакалавр**

Обов'язкова (вибіркова) компонента **Обов'язкова**

Семестр **II, III**

Кількість кредитів ECTS **5,0**

Кількість модулів **1**

Кількість змістових модулів **3**

Загальна кількість годин **150**

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

II семестр

Лекції **38 / 1,27 кредитів ECTS**

Практичні (лабораторні, семінарські) заняття **38/ 1,27 кредитів ECTS**

Самостійна робота **4 / 0,13 кредитів ECTS**

Розрахункова робота

III семестр

Лекції **30 / 1,00 кредитів ECTS**

Практичні (лабораторні, семінарські) заняття **30/ 1,00 кредитів ECTS**

Самостійна робота **10 / 0,33 кредитів ECTS**

Форма підсумкова контрольного заходу **екзамен**

Короткий опис

У процесі вивчення дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології, а саме цілеспрямований системний набір прийомів, засобів організації навчальної діяльності, що охоплює весь процес навчання від визначення мети до одержання результатів: комп'ютерні презентації, тестові програми, система дистанційної освіти Moodle, технології Jitsi, вбудовані в курс на платформі Moodle, Zoom та інші.

Передбачені неформальні освітні заходи.

1. Участь у вебінарах, семінарах та круглих столах з технічної тематики.
2. Участь у відкритих лекціях, які проводять поза межами освітнього процесу.
3. Участь у громадських заходах.

Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо). Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень МНАУ.

Передбачені інформальні заходи освіти. Інформальна освіта передбачає самоорганізоване здобуття студентом певних компетентностей, зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям. Такі освітні заходи сприяють розширенню

професійних знань та умінь і є однією з ключових компетентностей особистості. Форми інформальної освіти: одноразові лекції, відеоуроки, медіа-консультації, спілкування у сім'ї, з колегами, читання спеціалізованих журналів, телебачення, відео, незаплановані бесіди.

Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти. Набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти здійснюється відповідно до Положення про організацію інклюзивного навчання осіб з особливими освітніми потребами у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.279.01-00.2020 із застосуванням особистісно орієнтованих методів навчання та з урахуванням індивідуальних особливостей навчально-пізнавальної діяльності усіх здобувачів вищої освіти, рекомендацій індивідуальної програми реабілітації особи з інвалідністю (за наявності) та/або висновку про комплексну психолого-педагогічну оцінку розвитку здобувачів вищої освіти (за наявності), що надається інклюзивно-ресурсним центром.

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання з використання наступних засобів:

1. Система Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=360> – лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та індивідуальної роботи, завдання для самостійної роботи);

2. Платформа онлайн-занять Zoom – для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;

3. Електронний репозитарій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/simple-search?query=%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%83%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B0>);

4. Аудіо- та відеоповідомлення з лекційним матеріалом, поясненням особливостей завдань та напрямками їх виконання тощо;

5. Спілкування через електронну пошту (baranovaov@mnau.edu.ua) та телефонний зв'язок;

6. Залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;

7. Індивідуальний підхід до викладення матеріалу навчальної дисципліни;

8. Можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд з здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

Мовна підготовка. Дисципліна викладається українською мовою. До кожної теми наведено ключові слова англійською мовою. Здобувачі мають можливість брати участь у вебінарах та наукових заходах англійською мовою.

Форми навчання. Денна (дистанційна, змішана – за наказом ректора, наприклад, у зв'язку із дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекційні заняття, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

Методи навчання. Проблемно-орієнтоване навчання, студентоцентроване навчання, змішане навчання в системі Moodle університету, самонавчання, навчання на основі досліджень. Викладання проводиться у вигляді: лекцій,

мультимедійних лекцій, інтерактивних лекцій, практичних занять із використанням ситуаційних завдань, кейс-методів, ділових ігор, тренінгів, що розвивають професійні навички та soft-skills. Також передбачена самостійна робота з можливістю консультацій з викладачем, e-learning за окремими освітніми компонентами, індивідуальні заняття, групова робота над інноваційними проектами.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів **академічної доброчесності** – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів.

Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т. ч. за допомогою програми Unicheck.

3. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета дисципліни ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними питаннями класичної механіки, особливостями загальних закономірностей механічного руху і рівноваги матеріальних тіл та систем.

Завдання дисципліни:

- розкрити предмет, методи і місце теоретичної механіки в системі природничих, соціально-економічних дисциплін, висвітлити її зміст і засади;
- ознайомити з основними поняттями і законами механіки;
- засвоїти основні механічні величини та їх значення для теоретичної механіки;
- засвоєння основних принципів побудови математичних моделей механічних систем;
- засвоїти основні моделі дослідження рівноваги та руху механічних систем, найважливіших (типових) алгоритмів такого дослідження;
- сприяти формуванню інженерного світогляду майбутніх фахівців.

Предмет дисципліни: загальні закони механічного руху матеріальних тіл і механічної взаємодії між матеріальними тілами.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати типові спеціалізовані завдання та практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів відповідної науки і характеризується певною невизначеністю умов агропромислового виробництва.

Загальні компетентності:

ЗК4. Уміння обґрунтовувати та застосовувати сучасні знання у практичній діяльності.

ЗК7. Здатність учитися, бути наполегливим в досягненні мети.

Фахові компетентності:

ФК3. Здатність використовувати базові знання загальнотехнічних дисциплін, для опанування принципу роботи сільськогосподарської техніки.

ФК8. Здатність до міжособистісної взаємодії для досягнення спільної мети; мати навички розроблення і управління проектами.

Програмні результати навчання:

ПРН5. Застосовувати інформаційні системи і комп'ютерні технології для ефективного спілкування на професійному рівні.

ПРН7. Вміння застосовувати знання технічних характеристик, технологічних особливостей техніки аграрного виробництва та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей у галузі.

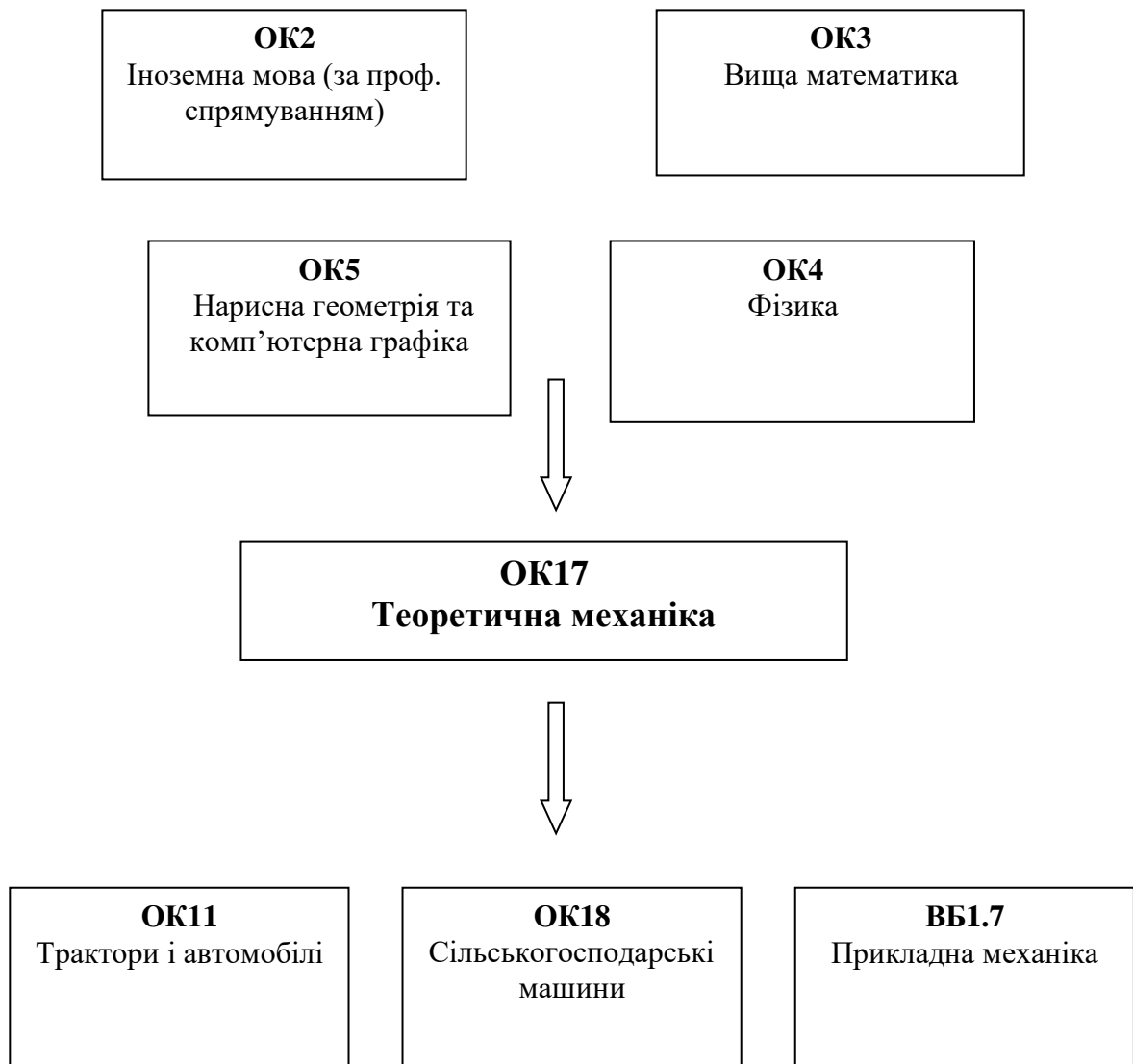
ПРН11. Розуміти заходи з охорони праці і безпеки життєдіяльності відповідно до правових вимог законодавства.

ПРН16. Застосовувати нові ідеї та концепції розвитку агропромислового виробництва.

4. Передумови для вивчення дисципліни



5. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін



6. Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Змістовий модуль		Теми		Обсяги годин				
№	назва	№	назва	ЛЗ	ПР	СР	К	Разом
II-й семестр								
1	Статика	1	Тема 1. Основні поняття та аксіоми статички	6	6			12
		2	Тема 2. Плоска система збіжних сил	8	6			14
		3	Тема 3. Пара сил	2	6			8
		4	Тема 4. Плоска система довільно розміщених сил	8	6	2		16
		5	Тема 5. Центр ваги. Центр паралельних сил.	6	6			12
		6	Тема 6. Стійкість рівноваги Способи визначення координат центра ваги тіла	8	8	2		18
Всього за змістовий модуль				38	38	4	-	80
III-й семестр								
2	Кінематика	7	Тема 7. Основні поняття кінематики	6	4	2		12
		8	Тема 8. Кінематика точки	6	4	2		12
		9	Тема 9. Поступальний та обертальний рух твердого тіла	6	4	2		12
Всього за змістовий модуль				18	12	6	-	36
3	Динаміка	10	Тема 10. Основні поняття динаміки	6	9	2		17
		11	Тема 11. Рух матеріальної точки. Принцип д'Аламбера.	6	9	2		17
Всього за змістовий модуль				12	18	4	-	34
Всього годин по навчальній дисципліні				68	68	14	-	150

7. Зміст навчальної дисципліни
7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістового модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
ЗМ 1. Статика	80	2,67	53,33
ЗМ 2. Кінематика	36	1,2	24,00
ЗМ 3. Динаміка	34	1,13	22,67
Всього	150/1	5,0	100,0

7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

Назва змістового модуля	Кількість годин	Терміни виконання
ЗМ 1. Статика	80	Відповідно до розкладу занять та графіку освітнього процесу
ЗМ 2. Кінематика	36	
ЗМ 3. Динаміка	34	
Всього	120	х

7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

Змістовний модуль 1. Статика

ЛК 1. Основні поняття та аксіоми статyki.

Основні визначення та поняття статyki: матеріальна точка, системи матеріальних точок, абсолютно тверде тіло, сила, система сил, еквівалентні системи сил, рівнодійна сила системи сил, зрівноважуюча сила. Аксіоми статyki. Основні типи в'язей та їх реакції. Класифікація систем сил.

Ключові слова: статика, аксіоми, матеріальна точка, система сил, в'язі, реакції.

Key words: statics, axioms, material point, system of forces, ligaments, reactions.

ЛК 2. Плоска система збіжних сил.

Геометричний спосіб додавання збіжних сил. Умова рівноваги плоскої системи збіжних сил у геометричній формі. Теорема про рівновагу тіла, яке перебуває під дією трьох непаралельних сил. Проекція сили на вісь та на площину. Визначення сили за її проекціями. Теорема про проекцію рівнодійної сили на вісь. Аналітичний спосіб додавання системи збіжних сил. Умови рівноваги тіла під дією плоскої системи збіжних сил в аналітичній формі.

Ключові слова: збіжні сили, теорема, рівновага тіла, проекція сили, вісь, аналітичний спосіб.

Key words: convergent forces, theorem, body equilibrium, force projection, axis, analytical method.

ЛК 3. Пара сил.

Властивості пари сил. Умови рівноваги тіла під дією системи пар, що розташовані в одній площині.

Ключові слова: пара сил, плече пари, момент пари, умова рівноваги, система пари, площина.

Key words: pair of forces, shoulder of pair, moment of pair, equilibrium condition, pair system, plane.

ЛК 4. Плоска система довільно розміщених сил.

Паралельні сили. Додавання двох паралельних сил. Момент сили відносно центра (точки). Алгебраїчна величина моменту. Момент сили як вектор. Система сил, довільно розташованих у площині. Теорема про паралельне перенесення сили. Зведення плоскої системи довільних сил до даного центра. Частинні випадки зведення плоскої системи довільних сил до даного центра. Теорема Варіньона про момент рівнодійної сили. Умови рівноваги тіла під дією плоскої системи довільних сил. Зосереджені сили та розподілені навантаження. Плоска система паралельних сил. Рівновага системи тіл. Статично означені та статично

неозначені системи сил. Методика розв'язання задач на рівновагу механічної системи тіл.

Ключові слова: паралельні сили, момент, точка, система сил, теорема, методика розв'язання.

Key words: parallel forces, moment, point, system of forces, theorem, method of solution.

ЛК 5. Центр ваги. Центр паралельних сил.

Формули координат центра паралельних сил. Центр ваги тіла, об'єму, площі, лінії. Визначення координат центра ваги тіла, об'єму, площі, лінії в інтегральній формі.

Ключові слова: паралельні сили, центр ваги тіла, об'єм, площа, лінія, координати, інтегральна форма.

Key words: parallel forces, center of gravity, volume, area, line, coordinates, integral form.

ЛК 6. Стійкість рівноваги. Способи визначення координат центра ваги тіла.

Метод симетрії. Метод розбиття. Експериментальні способи. Центри ваги деяких однорідних тіл.

Ключові слова: метод, симетрія, розбиття, експеримент, спосіб, тіло.

Key words: method, symmetry, partition, experiment, method, point.

Змістовний модуль 2. Кінематика.

ЛК 7. Основні поняття кінематики.

Кінематика матеріальної точки. Способи задання руху матеріальної точки. Векторний спосіб задання руху матеріальної точки. Координатний спосіб задання руху матеріальної точки. Траєкторія руху. Швидкість руху. Прискорення руху.

Ключові слова: матеріальна точка, рух, спосіб, вектор, координати, траєкторія, швидкість, прискорення.

Key words: material point, motion, method, vector, coordinates, trajectory, velocity, acceleration.

ЛК 8. Кінематика точки.

Натуральний спосіб задання руху матеріальної точки. Натуральний тригранник. Кривизна кривої. Дотичне і нормальне прискорення точки у натуральних осях. Частинні випадки руху матеріальної точки: прямолінійний рух, рівномірний криволінійний рух, рівнозмінний криволінійний рух.

Ключові слова: матеріальна точка, натуральний спосіб, кривизна кривої, дотичне і нормальне прискорення, рух.

Key words: material point, natural way, curvature of the curve, tangential and normal acceleration, motion.

ЛК 9. Поступальний та обертальний рух твердого тіла.

Поступальний рух твердого тіла. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі. Закон обертального руху. Кутова швидкість та кутове прискорення. Частинні випадки обертання тіла навколо нерухомої осі. Вектор кутової швидкості тіла. Векторний вираз лінійної швидкості точки тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Векторний вираз нормального і тангенціального прискорень. Передача обертального руху. Визначення плоскопаралельного руху. Миттєвий центр швидкостей. Плани швидкостей та прискорень. Способи визначення положення миттєвого центру швидкостей.

Ключові слова: матеріальна точка, рух, закон, вираз, нерухома вісь, план швидкостей та прискорень.

Key words: material point, motion, law, expression, fixed axis, plan of velocities and accelerations.

Змістовний модуль 3. Динаміка

ЛК 10. Основні поняття динаміки.

Динаміка і її основні задачі. Динаміка матеріальної точки. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві задачі динаміки матеріальної точки. Перша (пряма) задача динаміки точки. Друга (обернена) задача динаміки точки.

Ключові слова: динаміка, матеріальна точка, рух, диференціальні рівняння, задачі.

Key words: dynamics, material point, motion, differential equations, problems.

ЛК 11. Рух матеріальної точки. Принцип д'Аламбера.

Маса і центр мас системи. Моменти інерції. Теорема Гюйгенса. Обчислення осьових моментів інерції деяких однорідних тіл. Диференціальні рівняння руху механічної системи. Загальні теореми динаміки. Кількість руху і теореми про зміну кількості руху матеріальної точки і системи. Кінетична енергія. Робота сили. Теореми про зміну кінетичної енергії. Кінетостатика і елементи аналітичної механіки. Принцип д'Аламбера. Принцип д'Аламбера для механічної системи. Зведення сил інерції точок твердого тіла до найпростішого виду.

Ключові слова: момент інерції, маса, центр мас, теорема, кінетостатика, принцип д'Аламбера.

Key words: moment of inertia, mass, center of mass, theorem, kinetostatics, d'Alembert's principle.

7.4. Перелік практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
Змістовний модуль 1. Статика		
1	Знаходження головного вектора та головного моменту системи сил	6
2	Визначення реакцій опор плоскої конструкції	12
3	Визначення центра ваги просторових однорідних тіл	8
4	Визначення центра ваги плоских однорідних тіл	12
Змістовний модуль 2. Кінематика		
4	Визначення кінематичних характеристик плоского криволінійного руху точки	4
5	Знаходження МЦШ та швидкостей точок тіла, що здійснює плоский рух	4
6	Найпростіші перетворення рухів тіл в механізмах	4
Змістовний модуль 3. Динаміка		
7	Динаміка матеріальної точки. Пряма основна задача динаміки матеріальної точки.	6
8	Обернена основна задача динаміки матеріальної точки.	6
9	Динаміка механічної системи	6
	Всього	68

Форма контролю знань студентів на практичних заняттях

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Форма контролю
Змістовий модуль 1. Статика	38	х
Знаходження головного вектора та головного моменту системи сил	6	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 1.*
Визначення реакцій опор плоскої конструкції	12	Захист практичної роботи Індивідуальна робота 2.* Перевірка самостійної роботи, тестування.
Визначення центра ваги просторових однорідних тіл	8	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 3.*
Визначення центра ваги плоских однорідних тіл	12	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 4.* Перевірка самостійної роботи, тестування.
Змістовий модуль 2. Кінематика	12	х
Визначення кінематичних характеристик плоского криволінійного руху точки	4	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 1.* Перевірка самостійної роботи.
Знаходження МЦШ та швидкостей точок тіла, що здійснює плоский рух	4	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 2.* Перевірка самостійної роботи.
Найпростіші перетворення рухів тіл в механізмах	4	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 3.* Перевірка самостійної роботи, тестування.
Змістовий модуль 3. Динаміка	18	х
Динаміка матеріальної точки. Пряма основна задача динаміки матеріальної точки.	6	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 1.* Перевірка самостійної роботи.
Обернена основна задача динаміки матеріальної точки.	6	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 2.* Перевірка самостійної роботи.
Динаміка механічної системи	6	Захист практичної роботи. Індивідуальна робота 3.* Перевірка самостійної роботи, тестування.
Разом по дисципліні	68	х

* див. Перелік тем індивідуальних робіт

Перелік тем та завдання до індивідуальних робіт

Змістовий модуль 1. Статика

1. Знаходження головного вектора та головного моменту системи сил.

Завдання:

1. Визначити силові характеристики просторових систем сил, що дає можливість проектування суднових механізмів.

2. Визначення реакцій опор плоскої конструкції.

Завдання:

1. Визначити реакції опор плоскої конструкції, яка знаходиться під дією системи сил, що дає можливість проектування механізмів і перевірки їх на міцність.

3. Визначення центра ваги просторових однорідних тіл.

Завдання:

1. Визначити центр ваги просторових тіл, що дає можливість проектування механізмів.

4. Визначення центра ваги плоских однорідних тіл.

Завдання:

1. Визначити центр ваги плоских однорідних тіл, що дає можливість проектування механізмів.

Змістовий модуль 2. Кінематика

1. Визначення кінематичних характеристик плоского криволінійного руху точки.

Завдання:

1. Визначити основні кінематичні характеристики тіл, які здійснюють плоский криволінійний рух тіла, що дає можливість проектування механізмів.

2. Знаходження МЦШ та швидкостей точок тіла, що здійснює плоский рух.

Завдання:

1. Визначити основних кінематичних характеристик тіл, які здійснюють плоско паралельний рух, що дає можливість проектування механізмів.

3. Найпростіші перетворення рухів тіл в механізмах.

Завдання:

1. Визначити закономірності перетворення рухів тіл в механізмах, що дає можливість проектування механізмів.

Змістовий модуль 3. Динаміка

1. Динаміка матеріальної точки. Пряма основна задача динаміки матеріальної точки.

Завдання:

1. Визначити динамічні характеристики матеріальної точки, що дає можливість проектування механізмів.

2. Обернена основна задача динаміки матеріальної точки.

Завдання:

1. Визначити динамічні характеристики матеріальної точки, що дає можливість проектування механізмів.

3. Динаміка механічної системи.

Завдання:

1. Визначити динамічні характеристики системи матеріальних тіл, що дає можливість проектування механізмів.

7.5. Теми, форми контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Змістовий модуль 1. Статика

Розрахунково-графічні роботи

1. Визначення опорних реакцій балки та реакцій жорсткого защемлення консолі для різних видів навантаження.
2. Визначення положення центра тяжіння площі плоскої фігури

Змістовий модуль 2. Кінематика

Задачі

1. Траєкторія руху. Визначити пройдений шлях та швидкість руху точки за 1 секунду.
2. Визначити траєкторію руху, швидкість та прискорення пальця.
3. Визначити дотичне і нормальне прискорення точки в момент, коли її швидкість відома.

Змістовий модуль 3. Динаміка

Задачі

1. Обчислення осьових моментів інерції деяких однорідних тіл.
2. Принцип д'Аламбера для механічної системи.

№	Форма самостійної роботи	Кількість годин	Форма контролю і перевірки	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Статика				
1.	Розрахунково-графічні роботи	15	Захист	3-5
2.	Мультимедійна презентація. Аналіз наукових публікацій	15	Доповідь на конференції	
Змістовий модуль 2. Кінематика				
3.	Задачі	15	Захист	3-5
Змістовий модуль 3. Динаміка				
4.	Задачі	15	Захист	3-5
	Разом	60		9-15

7.6. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

Питання для поточного контролю знань

Змістовий модуль 1. Статика

1. Що таке механічний рух? Що вивчає статика? Що вивчає теоретична механіка? Задачі статички.
2. В чому полягає суть понять матеріальна точка та абсолютно тверде тіло?
3. Що таке сила? Які три характеристики має сила?
4. Що таке система сил?
5. Яка сила є рівнодійною системи сил?
6. Як формулюються аксіоми статички?
7. В якому випадку матеріальне тіло буде вільним?
8. Що таке в'язь і що таке реакція в'язі?
9. Які основні типи в'язей зустрічаються при розв'язуванні задач статички і які напрями мають їх реакції?
10. Яку систему сил називають системою збіжних сил?
11. Для чого і яким чином будується силовий багатокутник?
12. Як формулюється умова рівноваги системи збіжних сил у геометричній формі?
13. Як формулюється теорема про рівновагу тіла під дією трьох непаралельних сил?
14. Як визначаються проекції сили на вісь і площину?
15. Який напрям має сила, якщо її проекція на вісь дорівнює нулю?
16. Як визначити силу за її проекціями?
17. Чому дорівнює проекція рівнодійної сили на вісь через її складові?
18. Як знайти аналітично рівнодійну силу?
19. Які умови і які рівняння рівноваги системи збіжних сил?
20. Чому дорівнює рівнодійна двох однаково спрямованих паралельних сил? Де знаходиться точка її прикладення?
21. Чому дорівнює рівнодійна двох протилежно спрямованих паралельних сил? Де знаходиться точка її прикладення?
22. Що таке момент сили відносно центра (точки)?
23. Куди спрямований вектор моменту сили відносно точки?
24. Що таке пара сил, або просто пара?
25. Які властивості має пара сил у площині?
26. Як визначити момент пари? Куди спрямований момент пари як вектор?
27. Яка умова рівноваги системи пар у площині?
28. Які дві пари є еквівалентними?
29. Сформулюйте теорему про паралельне перенесення сили.
30. Що таке головний вектор і головний момент плоскої системи довільних сил?
31. В якому випадку плоска система сил зводиться до рівнодійної?

32. В якому випадку плоска система довільних сил зводиться до однієї пари?
33. Чи залежить головний вектор від вибору центра зведення?
34. В якому випадку головний момент не залежить від вибору центра зведення?
35. Сформулюйте теорему Варіньона про момент рівнодійної сили відносно центра.
36. Які умови рівноваги тіла, що знаходиться під дією плоскої системи довільних сил?
37. Три форми умов рівноваги плоскої системи довільних сил.
38. Яке обмеження накладається на третю систему умов рівноваги тіла, що знаходиться під дією плоскої системи довільних сил?
39. Що таке зосереджене та розподілене навантаження?
40. Як замінити рівномірно розподілене навантаження зосередженою силою?
41. Як замінити розподілене за лінійним законом навантаження зосередженою силою?
42. Скільки рівнянь рівноваги можна скласти для плоскої системи паралельних сил?
43. Що таке статично означені і статично неозначені задачі?
44. Які особливості має метод розв'язування задач на рівновагу системи тіл?
45. Що називають центром паралельних сил?
46. За якими формулами визначаються координати центра паралельних сил?
47. За якими формулами визначаються положення центра ваги тіла, об'єму, площі, лінії?
48. Що таке центр ваги тіла?
49. Як записати формули координат центра ваги тіла, об'єму, площі, лінії в інтегральній формі?
50. Які існують способи визначення координат центра ваги тіла?
51. Як визначити координати центра ваги дуги кола?
52. Як визначити координати центра ваги трикутника?
53. Як визначити координати центра ваги сектора?

Змістовий модуль 2. Кінематика

26. Основні поняття кінематики.
27. Кінематика матеріальної точки.
28. Способи задання руху матеріальної точки.
29. Векторний спосіб задання руху матеріальної точки. Координатний спосіб задання руху матеріальної точки.
30. Траєкторія руху. Швидкість руху. Прискорення руху.
31. Кінематика точки.
32. Натуральний спосіб задання руху матеріальної точки.
33. Натуральний тригранник.
34. Кривизна кривої.
35. Дотичне і нормальне прискорення точки у натуральних осях.

36. Частинні випадки руху матеріальної точки: прямолінійний рух, рівномірний криволінійний рух, рівнозмінний криволінійний рух.
37. Поступальний та обертальний рух твердого тіла.
38. Поступальний рух твердого тіла.
39. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі.
40. Закон обертального руху. Кутова швидкість та кутове прискорення.
41. Частинні випадки обертання тіла навколо нерухомої осі.
42. Вектор кутової швидкості тіла.
43. Векторний вираз лінійної швидкості точки тіла, що обертається навколо нерухомої осі.
44. Векторний вираз нормального і тангенціального прискорень.
45. Передача обертального руху.
46. Визначення плоскопаралельного руху.
47. Миттєвий центр швидкостей.
48. Плани швидкостей та прискорень.
49. Способи визначення положення миттєвого центру швидкостей.

Змістовний модуль 3. Динаміка

1. Основні поняття динаміки.
2. Динаміка і її основні задачі.
3. Динаміка матеріальної точки.
4. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.
5. Дві задачі динаміки матеріальної точки. Перша (пряма) задача динаміки точки. Друга (обернена) задача динаміки точки.
6. Рух матеріальної точки. Принцип д'Аламбера.
7. Маса і центр мас системи.
8. Моменти інерції.
9. Теорема Гюйгенса.
10. Обчислення осьових моментів інерції деяких однорідних тіл.
11. Диференціальні рівняння руху механічної системи.
12. Загальні теореми динаміки.
13. Кількість руху і теореми про зміну кількості руху матеріальної точки і системи.
14. Кінетична енергія.
15. Робота сили.
16. Теореми про зміну кінетичної енергії.
17. Кінетостатика і елементи аналітичної механіки.
18. Принцип д'Аламбера.
19. Принцип д'Аламбера для механічної системи.
20. Зведення сил інерції точок твердого тіла до найпростішого виду.

Питання для проміжного та підсумкового контролю знань

1. Що таке механічний рух? Що вивчає статика? Що вивчає теоретична механіка? Задачі статички.
2. В чому полягає суть понять матеріальна точка та абсолютно тверде тіло?
3. Що таке сила? Які три характеристики має сила?
4. Що таке система сил?
5. Яка сила є рівнодійною системи сил?
6. Як формулюються аксіоми статички?
7. В якому випадку матеріальне тіло буде вільним?
8. Що таке в'язь і що таке реакція в'язі?
9. Які основні типи в'язей зустрічаються при розв'язуванні задач статички і які напрями мають їх реакції?
10. Яку систему сил називають системою збіжних сил?
11. Для чого і яким чином будується силовий многокутник?
12. Як формулюється умова рівноваги системи збіжних сил у геометричній формі?
13. Як формулюється теорема про рівновагу тіла під дією трьох непаралельних сил?
14. Як визначаються проєкції сили на вісь і площину?
15. Який напрям має сила, якщо її проєкція на вісь дорівнює нулю?
16. Як визначити силу за її проєкціями?
17. Чому дорівнює проєкція рівнодійної сили на вісь через її складові?
18. Як знайти аналітично рівнодійну силу?
19. Які умови і які рівняння рівноваги системи збіжних сил?
20. Чому дорівнює рівнодійна двох однаково спрямованих паралельних сил? Де знаходиться точка її прикладення?
21. Чому дорівнює рівнодійна двох протилежно спрямованих паралельних сил? Де знаходиться точка її прикладення?
22. Що таке момент сили відносно центра (точки)?
23. Куди спрямований вектор моменту сили відносно точки?
24. Що таке пара сил, або просто пара?
25. Які властивості має пара сил у площині?
26. Як визначити момент пари? Куди спрямований момент пари як вектор?
27. Яка умова рівноваги системи пар у площині?
28. Які дві пари є еквівалентними?
29. Сформулюйте теорему про паралельне перенесення сили.
30. Що таке головний вектор і головний момент плоскої системи довільних сил?
31. В якому випадку плоска система сил зводиться до рівнодійної?
32. В якому випадку плоска система довільних сил зводиться до однієї пари?
33. Чи залежить головний вектор від вибору центра зведення?
34. В якому випадку головний момент не залежить від вибору центра зведення?
35. Сформулюйте теорему Варіньона про момент рівнодійної сили відносно

центра.

36. Які умови рівноваги тіла, що знаходиться під дією плоскої системи довільних сил?
37. Три форми умов рівноваги плоскої системи довільних сил.
38. Яке обмеження накладається на третю систему умов рівноваги тіла, що знаходиться під дією плоскої системи довільних сил?
39. Що таке зосереджене та розподілене навантаження?
40. Як замінити рівномірно розподілене навантаження зосередженою силою?
41. Як замінити розподілене за лінійним законом навантаження зосередженою силою?
42. Скільки рівнянь рівноваги можна скласти для плоскої системи паралельних сил?
43. Що таке статично означені і статично неозначені задачі?
44. Які особливості має метод розв'язування задач на рівновагу системи тіл?
45. Що називають центром паралельних сил?
46. За якими формулами визначаються координати центра паралельних сил?
47. За якими формулами визначаються положення центра ваги тіла, об'єму, площі, лінії?
48. Що таке центр ваги тіла?
49. Як записати формули координат центра ваги тіла, об'єму, площі, лінії в інтегральній формі?
50. Які існують способи визначення координат центра ваги тіла?
51. Як визначити координати центра ваги дуги кола?
52. Як визначити координати центра ваги трикутника?
53. Як визначити координати центра ваги сектора?
54. Основні поняття кінематики.
55. Кінематика матеріальної точки.
56. Способи задання руху матеріальної точки.
57. Векторний спосіб задання руху матеріальної точки. Координатний спосіб задання руху матеріальної точки.
58. Траєкторія руху. Швидкість руху. Прискорення руху.
59. Кінематика точки.
60. Натуральний спосіб задання руху матеріальної точки.
61. Натуральний тригранник.
62. Кривизна кривої.
63. Дотичне і нормальне прискорення точки у натуральних осях.
64. Частинні випадки руху матеріальної точки: прямолінійний рух, рівномірний криволінійний рух, рівнозмінний криволінійний рух.
65. Поступальний та обертальний рух твердого тіла.
66. Поступальний рух твердого тіла.
67. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі.
68. Закон обертального руху. Кутова швидкість та кутове прискорення.
69. Частинні випадки обертання тіла навколо нерухомої осі.
70. Вектор кутової швидкості тіла.

71. Векторний вираз лінійної швидкості точки тіла, що обертається навколо нерухомої осі.
72. Векторний вираз нормального і тангенціального прискорень.
73. Передача обертального руху.
74. Визначення плоскопаралельного руху.
75. Миттєвий центр швидкостей.
76. Плани швидкостей та прискорень.
77. Способи визначення положення миттєвого центру швидкостей. \
78. Основні поняття динаміки.
79. Динаміка і її основні задачі.
80. Динаміка матеріальної точки.
81. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.
82. Дві задачі динаміки матеріальної точки. Перша (пряма) задача динаміки точки. Друга (обернена) задача динаміки точки.
83. Рух матеріальної точки. Принцип д'Аламбера.
84. Маса і центр мас системи.
85. Моменти інерції.
86. Теорема Гюйгенса.
87. Обчислення осьових моментів інерції деяких однорідних тіл.
88. Диференціальні рівняння руху механічної системи.
89. Загальні теореми динаміки.
90. Кількість руху і теореми про зміну кількості руху матеріальної точки і системи.
91. Кінетична енергія.
92. Робота сили.
93. Теореми про зміну кінетичної енергії.
94. Кінетостатика і елементи аналітичної механіки.
95. Принцип д'Аламбера.
96. Принцип д'Аламбера для механічної системи.
97. Зведення сил інерції точок твердого тіла до найпростішого виду.

8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Оцінювання результатів навчання проводиться відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.258.01-00.2018 та Положення про порядок оцінювання здобувачів вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.270.01-00.2020.

Підсумкове оцінювання результатів навчання в університеті здійснюється за єдиною 100-бальною шкалою. Оцінка здобувача вищої освіти відповідає відношенню встановленого при оцінюванні рівня сформованості професійних та загальних компетентностей до запланованих результатів навчання (у відсотках).

Підсумкова оцінка з освітньої компоненти «Теоретична механіка», підсумковою формою контролю за якою встановлено екзамен, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час екзамену.

Мінімальний пороговий рівень оцінки з освітнього компоненту складає 60 відсотків від максимально можливої кількості балів. Здобувач вищої освіти може бути недопущеним до підсумкового оцінювання, якщо під час семестру він: не досяг мінімального порогового рівня оцінки тих результатів навчання, які не можуть бути оцінені під час підсумкового контролю; якщо під час семестру він набрав кількість балів, недостатню для отримання позитивної оцінки навіть у випадку досягнення ним на підсумковому контролі максимально можливого результату.

Оцінювання результатів навчання під час семестру включає оцінювання знань здобувача під час практичних занять, індивідуальної роботи, самостійної роботи і неформальної освіти. Оцінювання знань здобувача під час практичних занять відбувається за такими критеріями: своєчасність та правильність виконання завдань практичної роботи; повнота і правильність відповіді під час усного опитування та інших передбачених форм контролю. Під час оцінювання індивідуальної роботи здобувача враховується її вид, актуальність, правильність виконання. Під час оцінювання робіт, які винесено на обов'язкове самостійне виконання, враховується своєчасність та правильність виконання самостійної роботи та розуміння змісту завдання і його вирішення. Під час оцінювання результатів неформальної освіти здобувача враховується відповідність напряму та змісту тематики дисципліни, актуальність, документальне підтвердження участі у заході.

Зміст лекційного матеріалу, словник основних термінів, методичні рекомендації для практичних робіт та самостійної роботи здобувачів, індивідуальні завдання, критерії та форми оцінювання, напрями наукової роботи розміщено на сторінці дисципліни у Moodle <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=360>. Основними deadline залежно від виду роботи є: наступне практичне заняття, підсумковий контрольний захід зі

змістового модулю, атестація, день складання екзамену.

Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Форма контролю	Змістовий модуль (в балах)			Всього балів
	1	2	3	
Виконання практичних робіт	2	3	1	6
Опитування, індивідуальне завдання	5-3	5-3	5-3	15-9
Виконання завдань самостійної роботи	10-6	10-6	10-6	30-18
Тестування	3-1	3-1	3-1	9-3
Написання тез доповідей, участь у конференції	-	-	-	10-5
Участь у заходах неформальної освіти за наявності документального підтвердження	-	-	-	5-3
Всього за семестр	20-12	21-13	19-11	60-36
Крім того екзамен	-	-	-	40-24

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання - екзамен

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
82-89	B	4 (добре)
75-81	C	4 (добре)
64-74	D	3 (задовільно)
60-63	E	3 (задовільно)
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання 2 (незадовільно)
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 2 (незадовільно)

Здобувач вищої освіти має право скласти підсумковий семестровий екзамен (у письмовій формі) під час екзаменаційної сесії, до якої він допускається, якщо за виконання всіх контрольних заходів, передбачених

протягом семестру, студент набирає 36 і більше балів. У цьому випадку оцінка за екзамен складається із суми балів, отриманих протягом семестру (36-60 балів), і балів, отриманих під час складання екзамену . При цьому здобувач вищої освіти може отримати на екзамені (24-40 балів). Якщо кількість балів отриманих на іспиті менше 24 балів, то здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку.

Здобувачі вищої освіти, що набрали впродовж семестру менше 36 балів (із можливих 60) до сесії не допускаються і автоматично отримують незадовільну оцінку. До складання екзамену такі здобувачі вищої освіти можуть бути допущені тільки після того, як наберуть необхідну кількість семестрових балів.

Здобувачі вищої освіти, що хворіли і мають відповідні довідки медичних установ або були відсутні з інших поважних причин і не могли брати участь у контрольних заходах, проходять контроль під час спеціально встановлених додаткових занять за узгодженням з викладачами за графіком, що розроблює деканат факультету.

Якщо здобувач вищої освіти на екзамені отримує незадовільну оцінку, то він має право на одне перескладання викладачеві, друге перескладання приймає комісія, створена за вказівкою декана факультету. Якщо здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку під час складання комісії, його відраховують з університету.

За будь-якої форми здобуття освіти оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти є ідентичним.

9. Перелік рекомендованих літературних джерел

9.1 Базова література

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підручник /М. А. Павловський. – Київ: Техніка, 2002. – 512 с.
2. Токар А. М. Теоретична механіка. Динаміка: Методи й задачі : навч. посіб. /А. М. Токар. – К.: Либідь, 2006. – 440 с.
3. Пастушенко С. І. Практикум з теоретичної механіки : навч. посіб. у двох частинах. Ч. 1. Статика. Кінематика /С. І. Пастушенко, О. Г. Руденко, В. В. Іщенко. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 384 с.
4. Кузьо І. В. Теоретична механіка. Підручник для студентів вищих навчальних технічних закладів /І. В. Кузьо. – Харків : Фоліо, 2017. – 780 с.
5. Булгаков В. М. Теоретична механіка. Підручник /В. М. Булгаков, В. В. Яременко, О. М. Черниш, М. Г. Березовий. – К. : Центр навчальної літератури, 2017. – 640 с.
6. Іванов Г. О. Теоретична механіка. Статика: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Молодший бакалавр» початкового рівня (короткий цикл) спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання /уклад. Г. О. Іванов, П. М. Полянський, С. М. Степанов, О. В. Баранова. Миколаїв: МНАУ, 2021. – 90 с.
7. Іванов Г. О. Теоретична механіка. Статика: методичні рекомендації до вивчення курсу лекцій для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)» денної та заочної форм навчання навчання /уклад. Г. О. Іванов, П. М. Полянський, С. М. Степанов, О. В. Баранова. Миколаїв: МНАУ, 2021. – 103 с.

9.2 Допоміжна література

1. Лобас Л. Г. Теоретична механіка. Підручник для студентів вищих навчальних технічних закладів /Л. Г. Лобас, Людм. Г. Лобас. – К. : ДЕТУТ, 2008. – 406 с.
2. Сивак Р. І. Теоретична механіка. Статика. Кінематика. Динаміка : навч. посібник /Р. І. Сивак, А. І. Деревенько. – Вінниця: ВЦ ВДАУ, 2010. – 91 с.
3. Самойленко О. М. Проектування моделей вивчення технічних дисциплін у відкритих освітніх ресурсах: навчально-методичний посібник / О. М. Самойленко, В. І. Гавриш, І. В. Бацуровська. – Херсон : Гринь Д. С., 2016. – 275 с.
4. Бутаков Б. І. Заміна операції шліфування на поверхневу пластичну деформацію /Б. І. Бутаков, В. О. Артюх, О. В. Баранова// Modern engineering and innovative technologies, Indexed in (INDEXSCOPERNICUS) ICV: 71.70. – Karlsruhe, Germany, 2018. Issue №5. Part 2. October 2018. P. 62 – 66.

5. Baranova O. Optimization of roughness parameters and the degree of hardness after rolling with rolls with the stabilization of working effort /O. Baranova// MOTROL, Motoryzacja I energetyka rolnictwa, ICV INDEX (INDEX COPERNICUS VALUE) 6.56 PTS. – Lublin-Preszow, 2017. Vol19, NO2. – P. 33 – 39.

6. Baranova O. Research of increase of wear resistance of friction pairs after their processing by a method of superficial plastic deformation /O. Baranova// Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференція молодих учених, аспірантів і студентів: Перспективна техніка і технології, Миколаїв: МНАУ, вересень 2020, с. 117-121.

7. Иванов Г. О. Визначення залишкових зусиль в стержнях канату / Г. О. Иванов, П. М. Полянський, О. В. Баранова// Крамаровські читання: Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 114-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира, Київ: НУБіП, 25-26 лютого, 2021р, с. 426-428.

9.3 Інформаційні ресурси

1. Закон України «Про вищу освіту» (3 2984 – III). – К. : 2002. – 69 с.

2. Щодо нормативно-методичного забезпечення розроблених галузевих стандартів вищої освіти МОН. Лист N 1/9-484 від 31.07.2008.

3. Наказ МОНМС України «Про затвердження форм документів з підготовки кадрів у ВНЗ I-IV рівнів акредитації» від 29.03.2021 N 384.

4. <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=360>

5. Таблиця гнучкості матеріалів. URL:<http://jak.waykun.com/articles/rozrahunok-centralno-stisnutogo-sterzhnia-na.html>

6. Таблиця пружності матеріалів. URL:<http://stanok.guru/stal/modul-uprugosti-raznyh-materialov-vkyuchaya-stal.html>