

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова  
(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Професор науково-педагогічної роботи  
О.В. Запорожченко  
2020 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### МЕХАНІКА

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-науковий) рівень – бакалавр

Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія, 105 – прикладна фізика та наноматеріали (шифр і назва)

Освітня програма Фізика та астрономія. Прикладна фізика та наноматеріали

Вид дисципліни нормативна

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

Розробник

доцент кафедри загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних процесів, канд. фіз.-мат. наук, ст.н.с., доцент Поліщук Дмитро Дмитрович  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри загальної фізики та фізики хімічних та теплоенергетичних процесів Протокол №1 від "28" серпня 2020 року

Завідувач кафедри

  
(підпис)

Гоцульський В.Я.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:  
Протокол № 1 від " 3 " вересня \_\_\_\_\_ 2020 року

Голова НМК

  
(підпис)

Ніцук Ю.А.  
(прізвище та ініціали)

## **Вступ**

Навчальна програма дисципліни “Механіка” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки бакалаврів (освітньо-наукового рівня). Галузь знань: 10 – “Природничі науки”. Спеціальність: 104 – “Фізика та астрономія”, 105 – прикладна фізика та наноматеріали .

Освітньо-наукова програма: “ Фізика та астрономія”, «Прикладна фізика та наноматеріали». **Предметом** вивчення навчальної дисципліни є процеси та основні характеристики і закони механічного руху, основи проведення експериментальних досліджень, використання систем одиниць вимірювання, а також основи і методологія наукового пізнання.

### **Місце навчальної дисципліни в структурі освітнього процесу.**

Навчальна дисципліна «механіка» є складовою дисципліни «загальна фізика».

## **1. Опис навчальної дисципліни**

### **1.1 Мета.**

Кінцева мета засвоєння дисципліни «Механіка» спрямована на формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні спеціалісту в його майбутній професійній діяльності. (КЗП. 04. володіти курсом загальної фізики)

- вміти користуватися законами курсу загальної фізики при вирішенні фахових задач та проведення досліджень
- вміти поставити і розв’язати задачу з механіки, побудувати фізичну модель
- вміти користуватись математичним апаратом для розв’язання задач механіки та аналізу їх рішення
- вміти планувати експериментальні дослідження, обробляти отримані результати та робити висновки

1.2 .Інтегральна компетентність (ІК) - здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1),
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК2),
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9),

Фахові компетентності:

- Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики та астрономії, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії (ФК -9).

### **Завдання**

- ознайомити студента з загальними фізичними явищами, методами їх спостереження, принципами та законами фізики, фізичними та математичними моделями, методиками експериментального дослідження та вимірювання фізичних величин, з основами опрацювання експериментальних даних;
- сформувані у студентів навички та вміння використовувати фізичну та математичну наукову термінологію, свідомо відтворювати відомі фізичні моделі та ідеї;
- розвинути вміння самостійно вирішувати поставлені задачі, представляти результати в якісній та кількісній мірі, аналізувати отримані результати;

- сформувати у студента чітке уявлення про межі застосування фізичних моделей та гіпотез;
- розвинути у студентів допитливість та інтерес до знання явищ природи;
- навчити студентів використовувати отримані знання для застосування їх на практиці.

**Очікувані результати навчання.** У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

*знати:* основні явища, ефекти, визначення, одиниці вимірювання, закони, принципи, типові задачі розділу «механіка» загального курсу фізики, внесок видатних вчених у становлення фізичних моделей, області використання отриманих знань

*вміти:* використовувати отримані знання на практиці при розв'язанні задач, організації та проведенні спостережень та експериментального дослідження, аналізі результатів спостережень, експериментальних та модельних даних

1.3. На вивчення навчальної дисципліни відводиться 270 годин, що становить

1.4. 9 кредитів ЄКТС.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
<u>Нормативна/за вибором</u>
Денна форма навчання
Рік підготовки
1-й
Лекції
54 год.
Практичні/семінарські
54 год.
Лабораторні
54 год.
Самостійна робота
108 год.
У тому числі індивідуальні завдання
-

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни.

**Тема 1. Вступ.** Матерія як об'єктивна реальність. Простір та час. Рух як форма існування матерії. Предмет фізики, суть фізичних законів. Положення фізики серед інших природознавчих наук. Роль фізики у розвитку науково - технічного прогресу. Методи фізичного дослідження. Математичний апарат фізики. Абстракції та моделі. Роль досліду, практики та теорії в формуванні наукового знання. Принципи у фізичних побудовах. Фізичні величини та їх вимірювання. Системи одиниць вимірювання.

**Тема 2. Задачі кінематики матеріальної точки.** Предмет та задачі механіки. Визначення матеріальної точки. Простір - часові системи відліку та системи координат. Місцеположення, переміщення, швидкість та прискорення матеріальної точки. Траєкторія та шлях, що проходить точка. Засоби відображення руху матеріальної точки у векторній та координатній формі.

Прямолінійний рух. Графічні залежності кінематичних характеристик руху. Задачі пошуку координат, переміщення та параметрів руху із використанням інтегро-диференціального методу опису.

Криволінійний рух. Кутові швидкість та прискорення. Задача пошуку шляху вздовж довільної криволінійної траєкторії. Кривизна та радіус кривизни траєкторії. Правило диференціювання вектора. Тангенціальне та нормальне прискорення. Прямі та зворотні задачі в кінематиці.

**Тема 3. Задачі кінематики абсолютно твердого тіла.** Модель абсолютно твердого тіла. Ступені свободи опису руху тіла. Поступальні та обертальні ступені свободи. Класифікація видів руху твердого тіла. Миттєва вісь обертання. Задача побудови годографу швидкості.

**Тема 4. Динаміка руху матеріальної точки.** Принцип збереження стану руху та перший закон Ньютона. Інерціальні системи. Різновиди взаємодії. Сили в природі. Зразки сил. Сили пружності. Сили тертя. Використання законів Гука та Кулона-Амонтона. Принцип суперпозиції сил. Причино-наслідковий зв'язок між силою та прискоренням. Другий закон Ньютона. Імпульс та маса. Властивості маси. Задачі руху тіл в полі сил.

**Тема 5. Динаміка руху системи тіл.** Третій закон Ньютона та межі його дії. Проблема багатьох тіл. Центр маси системи. Система центра маси. Задача руху центра маси системи тіл. Поняття зведеної маси у задачі двох тіл. Закон збереження імпульсу замкненої системи тіл. Момент імпульсу, момент сили. Рівняння моментів. Закон збереження моменту імпульсу для замкненої системи тіл.

**Тема 6. Задача руху тіл зі змінною масою.** Рівняння Мещерського. Реактивна сила. Приклади руху систем із змінною масою в живій та неживій природі, в техніці (поливальна машина, лавини, крапля дощу на віконному склі, кальмари, гриби-стрибунці, т.і.). Формула Ціолковського. Міжпланетні перельоти. Характеристична швидкість космічних маневрів.

**Тема 7. Задачі руху в неінерціальних системах відліку.** Кінематичні перетворення переміщень, швидкостей та прискорень в неінерціальних системах відліку. Відцентрове прискорення. Теорема Коріоліса. Сили інерції. Вага тіла. Біологічне відчуття ваги. Невагомість та перевантаження. Маятник Фуко. Задачі руху тіла на поверхні Землі. Закон Бера. Принцип еквівалентності маси. Принцип Даламбера.

**Тема 1. Енергетика руху.** Поняття роботи сили та потужності. Енергія та її види. Робота та зміна кінетичної енергії. Теорема Кьоніга. Робота та зміна потенціальної енергії. Потенціальна енергія, її нормування. Екранізуючий ефект гравітаційної оболонки. Потенціальне поле кулі. Закон збереження механічної енергії. Взаємне перетворення потенціальної та кінетичної енергії. Консервативні сили та зв'язок сили зі зміною потенціальної енергії. Критерій консервативності системи. Зразки дисипативних систем. Задача руху тіл в потенціальних полях. Тунельний ефект. Види рівноваги. Задача «ньютонівського яблука».

**Тема 2. Задачі зіткнення двох тіл.** Пружні та непружні зіткнення. Фізичний зміст енергії активації. Інваріантність кількості тепл

оти, що виділяється при абсолютно непружному зіткненні. Абсолютно пружне зіткнення двох тіл. Зіткнення в системі центра маси. Діаграми зіткнень. Аналіз рішень в залежності від співвідношень взаємодіючих мас. Лобове зіткнення. Задачі зіткнення між елементарними частинками. Сповільнення нейтронів.

**Тема 3. Задачі руху тіла в гравітаційних полях.** Перший закон Кеплера і закон збереження моменту імпульсу у центральних полях. Секторна швидкість руху планет. Другий закон Кеплера. Ефективний потенціал гравітаційної взаємодії в задачі двох тіл. Траєкторії руху тіл в гравітаційних полях. Траєкторії планет. Третій закон Кеплера та його зв'язок із законом всесвітнього тяжіння. 1,2,3 космічні швидкості. Фінітні та інфінітний рух.

**Тема 4. Задачі динаміки руху твердого тіла.** Умови рівноваги твердого тіла. Тензор інерції. Головні вісі та моменти тензора інерції. Властивості тензора інерції. Осьові та доцентрові моменти інерції. Теорема Штейнера - Гюйгенса. Задачі кочення тіл. Маятник Максвелла. Рівняння Ейлера. Кардановий підвіс. Регулярна прецесія. Нутація. Вимушена прецесія. Роль сил тертя у русі гіроскопа. Китайська дзига. Гіроскоп. Гіроскоп на диску, що обертається. Гірокомпас. Слухняний гіроскоп.

**Тема 5. Коливання та хвилі.** Умови виникнення та існування коливань. Малі коливання. Нелінійні коливання. Гармонічні коливання. Фізичний маятник. Зведена довжина маятника. Балістичний маятник. Пружний маятник. Кінематичні характеристики осцилятора. Енергія осцилятора. Додавання поздовжніх та поперечних коливань. Фігури Лісажу. Биття. Елементи гармонічного аналізу. Затухаючі коливання. Виродження коливань. Аперіодичний рух. Час релаксації швидкості. Декремент та логарифмічний коефіцієнти затухання. Добротність коливань. Вимушені коливання. Коливання під впливом змушуючої сили. Сталі коливання. Резонанс. Амплітудні та фазові резонансні криві. Зв'язок параметрів резонансних кривих з добротністю. Автоколивання. Параметричний резонанс. Релаксаційні коливання.

Зв'язані системи. Нормальні та парціальні моди коливань. Передача енергії в зв'язаних системах. Хвильовий рух. Характеристики хвильового руху - амплітуда, фаза, частота. Фазова швидкість хвилі. Рівняння хвилі та його рішення. Біжучі та стоячі хвилі. Фронт хвилі. Принцип Гюйгенса. Інтерференція хвиль. Хвилі в пружних середовищах. Швидкість розповсюдження хвилі в пружних середовищах. Потік енергій. Вектор Умова. ефект Доплера. Звук. Гучність та висота звука. Бінауральний ефект.

**Тема 6. Механіка рідин та газів.** Загальні властивості рідин та газів. Закон Паскаля. Сила Архімеда. Умови плавання тіл. Основні поняття гідродинаміки. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Стаціонарний рух рідини в трубах. Трубки Піто та визначення потоку рідини. В'язка течія. Формула Ньютона. Потік в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарні та турбулентні потоки рідини. Фізичний зміст числа Рейнольдса. Взаємодія потоку з перепорою. Лобовий опір та підймальна сила. Ефект Магнуса. Циркуляція вектора швидкості.

**Тема 7. Спеціальна теорія відносності.** Швидкість світла. Досліди Фізо та Майкельсона - Морлі. Постулати СТВ. Запізнення сигналу та синхронізація часу. Релятивістські ефекти - скорочення масштабу довжини та сповільнення часу. Перетворення Лоренца. Перетворення Галілея як межа перетворень Лоренца. Перетворення швидкостей. Додавання швидкостей. Відносність інтервалів довжин та проміжків часу. Події та релятивістичні інтервали між подіями. Інваріантність релятивістського інтервалу. Причинно - наслідковий зв'язок між подіями. Часу-, простір-, та світло-подібні інтервали. Експериментальна перевірка ефектів скорочення довжини та сповільнення часу. Релятивістські імпульс та маса. Маса спокою. Релятивістське рівняння динаміки. Поняття поздовжньої та поперечної маси. Робота сил та кінетична енергія в СТВ. Повна енергія та енергія спокою. Інваріанти в СТВ.

### 3. Структура навчальної дисципліни

	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
	2	3	4	5	6
Тема 1. Вступ	2	2			
Тема 2 Задачі кінематики матеріальної точки	18	4	4	4	6
Тема 3. Задачі кінематики абсолютно твердого тіла	18	2	4	4	8
Тема 4. Динаміка руху матеріальної точки	14	4	4	4	2
Тема 5. Динаміка руху системи тіл	12	2	2	4	4
Тема 6. Задача руху тіл зі змінною масою	12	2	2	4	4
Тема 7. Задачі руху в неінерціальних системах відліку.	24	4	4	4	12
<b>Усього годин на 1 розділ</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>36</b>
Тема 1. Енергетика руху .	26	6	6	4	10
Тема 2. Задачі зіткнення двох тіл.	20	4	4	4	8
Тема 3. Задачі руху тіла в гравітаційних полях	24	4	4	4	12
Тема 4. Задачі динаміки руху твердого тіла	18	4	4	4	6
<b>Усього годин на 2 розділ</b>	<b>88</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>36</b>
Тема 1. Коливання та хвилі.	52	10	10	14	18
Тема 2. Механіка рідин та газів.	18	6	6	-	6
Тема 3. Спеціальна теорія відносності	12	-	-	-	12

<b>Усього годин на 3 розділ</b>	<b>82</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
<b>Усього годин</b>	<b>270</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

#### **4. Теми практичних занять**



№	Назва теми	Кількість годин
1	Кінематика матеріальної точки	4
2	Кінематика абсолютно твердого тіла.	4
3	Динаміка руху матеріальної точки	4
4	Динаміка руху системи тіл	2
5	Рух тіл зі змінною масою	2
6	Динаміка руху в неінерціальних системах відліку	4
7	Закон збереження енергії	6
8	Зіткнення двох тіл.	4
9	Рух тіл в гравітаційних полях	4
10	Динаміка руху твердого тіла	4
11	Коливання і хвилі.	10
12	Механіка рідин та газів	2
13	Спеціальна теорія відносності	2

### 5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Вимірювання фізичних величин та визначення похибок вимірювань. Лінійні вимірювання.	8
2	Визначення модуля пружності розтягу та прогину. Метод найменших квадратів	4
3	Вивчення другого закону Ньютона на машині Атвуда	2
4	Рух центра маси системи	4
5	Визначення середньої сили зіткнення двох кульок	2
6	Вивчення обертального руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека	4 за вибором
7	Визначення швидкості кулі за допомогою крутильно-балістичного маятника	2
8	Визначення моменту інерції махового колеса та моменту сил тертя в опорі	2
9	Визначення моменту інерції та перевірка теореми Штейнера методом крутильних коливань	2
10	Вивчення динаміки обертального руху за допомогою маятника Максвелла	4 за вибором
11	Вивчення руху гіроскопу	2
12	Дослідження фізичного маятника та визначення прискорення вільного падіння	4
13	Вимушені коливання. Резонанс	4
14	Визначення швидкості звуку у повітрі методом зсуву фаз	2 за вибором
15	Визначення швидкості звуку у повітрі методом стоячих хвиль(резонансу)	2 за вибором
16	Визначення швидкості звуку у повітрі методом інтерференції хвиль	2 за вибором
17	Вивчення коливань струни та тарування шкали частоти звукового генератору	4 за вибором

### 6. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
1	Системи координат і зв'язок між ними	14
2	Задачі пошуку довжини траєкторії(шляху) за відомим законом руху.	10
3	Кути Ейлера. Класифікація видів руху твердого тіла.	4
4	Ефект екранізації гравітаційної оболонки. Потенціальне поле кулі. Нормування потенціальної енергії.	12
5	Гіроскоп на диску, що обертається. Гірокомпас. Слухняний гіроскоп. Застосування гіроскопів у техніці.	10
6	Автоколивання. Параметричний резонанс. Релаксаційні коливання. Коливання в науці та техніці. Різновиди представлення коливань.	12
7	Гучність та висота звука. Бінауральний ефект	4
8	Елементи гідростатики. Закони Архімеда та Паскаля. Трубки Піто, Вентурі, Прандтля. Водоструминний насос. Реологія. В'язка течія.	14
9	Циркуляція. Формула Жуковського. Ефект Магнуса.	6
10	Події та релятивістичні інтервали між подіями. Інваріантність релятивістського інтервалу	10
11	Інваріанти в СТВ. Парадокси СТВ	10
12	Досліди Фізо та Майкельсона- Морлі.	2

## 7. Індивідуальні завдання

Не передбачено

## 8. Методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, написання модульних контрольних робіт, звітів з лабораторних робіт.

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

## 9. Методи контролю

Поточне опитування, тестування, поточна перевірка самостійної роботи, модульні контрольні роботи, прийом звітів до лабораторних робіт, підсумкова семестрова робота.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Екзамен	Підсумк. бал
Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3				
Теоретичний матеріал	Рішення задач	Лабораторні роботи	Теоретичний матеріал	Рішення задач	Лабораторні роботи	Теоретичний матеріал	Рішення задач	Лабораторні роботи	<b>100</b>	<b>100</b> (після нормування)
<b>50</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>20</b>		

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної дисципліни	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	Відмінно
85 - 89	B	Добре
75 - 84	C	
70 - 74	D	Задовільно
60 - 69	E	
35 – 59	FX	Незадовільно
0 – 34	F	

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Козицький С.В., Поліщук Д.Д. Механіка, Курс загальної фізики, т.1, Одеса, «Астропринт», 2011
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. -М., Высшая школа, 1976.
3. Савельев И.А. Курс Общей физики. т.1, Механика. Молекулярная физика.-М., Наука, 1977.
4. Стрелков С.П. Механика. -М., Наука, 1975.

5. Иродов И.Е. Основные законы механики. -М., Наука, 1982.
6. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. -М., Наука, 1988.
7. Физический практикум, ч.1. Механика и молекулярная физика, -М., Наука, 1967.
8. Копійка К.М., Поліщук Д.Д., Збірник задач з механіки, Одеса, «Астропринт», 2001

**Допоміжна**

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т. 1, Механика. -М., Наука, 1978.
3. Хайкин С.А. Физические основы механики. -М., Наука, 1971.
4. Яковлев И.А. Сборник задач по общему курсу физики. ч.1, -М., Наука, 1977.

**Електронні інформаційні ресурси**

Матеріали курсу на кафедральному сайті: [www//chem.phys.onu.edu.ua](http://www//chem.phys.onu.edu.ua)