



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-технічний інститут
Кафедра прикладної фізики

Механіка

0204

Галузь знань 10 Фізичні науки
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Курс	1
Семестр	1

Освітньо-професійна програма
Статус Прикладна фізика
Форма навчання Обов'язкова дисципліна
Семестровий денна
контроль екзамен

ECTS	9.5
Годин	285

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
36	36	72	141
кожний тиждень	кожний тиждень	кожний тиждень	

Гарант освітньої програми

_____ В.В. Іванова

«___» _____ 20...

р.

Завідувач кафедри

_____ С.О. Воронов

«___» _____ 20...

р.

Голова методичної комісії

_____

«___» _____ 20...

р.

Поточна редакція від «___» _квітня___ 2020 р.

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні
ПІБ	Загородній Вячеслав Васильович	Загородній Вячеслав Васильович
Посада	доцент	доцент
Вчене звання	доцент	доцент
Науковий ступінь	К.т.н.	К.т.н.
Профіль викладача	http:// orcid.org/0000-0002-6712-6391	http:// orcid.org/0000-0002-6712-6391
e-mail	V31zagww@gmail.com	

Анотація навчальної дисципліни

Фізика є однією з основних природничо-наукових дисциплін, в яких вивчаються закони неживої природи. Під природничими науками сьогодні можна розуміти ті галузі знань, в яких може бути проведений експеримент для підтвердження припущень і моделей, висунених теорією і проведених дослідів. Еволюція розвитку природничих наук дозволила істотно розширити цим наукам методологію досліджень порівняно з філософією, частиною якої вони були, і перетворити їх із споглядальних в експериментальні.

Ідеї, що вивчаються нині в класичних курсах фізики, сформувалися, як наука і система світогляду приблизно 200 років тому. Фізика тісно переплітається з багатьма інженерними і технічними дисциплінами, більшість з яких давно відокремились в самостійні області досліджень. У свою чергу дисципліна «Механіка» в курсі загальної фізики складає основу вивчення всіх природничих наук. Вона є базовою дисципліною для вивчення і засвоєння фундаментальних знань з фізики, оволодіння основними поняттями, принципами і підходами до розуміння сутності фізичних процесів. Ці навички необхідні для формулювання як загальних, так і конкретних фізичних моделей та розробки методів дослідження фізичних явищ.

Механіка походить від грецького слова $\mu\eta\chi\alpha\nu\eta$ (механе) – машина, конструкція – наука, що вивчає переміщення тіл або їх частин один відносно одного. Завдання механіки – експериментальне дослідження різних рухів, узагальнення отриманих даних у вигляді законів, на підставі яких можна передбачити рух у кожному конкретному випадку. Класична механіка описує стан і зміну стану механічної системи. Під станом механічної системи в певний момент часу розуміють деяку ситуацію, реалізовану в системі в цей момент. Стан механічної системи визначений, якщо відомі всі фізичні величини, що характеризують механічну систему. Стан механічної системи змінюється в процесі її руху, оскільки невід'ємною властивістю матерії є її рух в просторі і в часі. Найбільш простою формою руху тіл є їх переміщення один відносно іншого. Будь-яка інша форма руху є складнішою. Тому в розвитку знань перш за все отримала розвиток теорія простого переміщення, що і є предметом класичної механіки. Рухом в механіці називають зміну положення тіла в просторі за деякий час. Під положенням в просторі тут розуміють положення тіла відносно інших тіл.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Засвоєння курсу є необхідним етапом загальної фізичної освіти, яке закладає базу для оволодіння фізичним стилем і категоріями мислення та подальшої спеціалізації.

Основна мета викладання навчальної дисципліни полягає у отриманні базових знань з механіки та ознайомлення з основними поняттями, означеннями і методами класичної ньютонівської механіки та основами спеціальної теорії відносності. Даний курс ставить за мету досконале вивчення теоретичних та експериментальних основ механіки та знайомство з сучасними підходами. Передбачається виконання фізичного практикуму з механіки, який ставить за мету розвиток у студентів навичок постановки експерименту, обробки результатів експерименту та спостереження механічних явищ.

Завданнями дисципліни є надання необхідного матеріалу для подальшого вивчення всіх дисциплін загальної фізики, зокрема, «Термодинаміка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Атомна фізика», курсів теоретичної фізики, зокрема, «Теоретична механіка», «Теорія поля», «Квантова механіка» та інших спеціальних і професійно орієнтованих курсів. Вивчення курсу

є першим кроком і необхідним етапом загальної фізичної освіти, яка закладає взагалі базу для подальшого отримання освіти.

Необхідні навички

Дисципліна базується на знаннях з фізики та математики, засвоєних в рамках загальної середньої освіти. Вивчення курсу передбачає використання навичок з теорії і техніки експерименту та математичних навичок, що набуваються за паралельного вивчення математичних дисциплін. Необхідним елементом при вивченні дисципліни є оволодіння понятійним та математичним апаратом математичного аналізу, аналітичної геометрії, лінійної алгебри та векторного аналізу. Окремі питання вимагають вміння розв'язання найпростіших диференціальних рівнянь, що вивчають у рамках дисципліни «Диференційні рівняння».

Програмні результати навчання ¹

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

ЗНАТИ:

1. основні рівняння кінематичного опису руху матеріальних точок та систем точок (векторна, координатна форми завдання руху, швидкість, нормальне та тангенціальне прискорення, рух за колом, кутова швидкість, кутове прискорення);
2. принципи класичної механіки, принципи відносності Галилея, перетворення Галілея, закони Ньютона, поняття взаємодії точок та взаємодії їх з полем, поняття імпульсу, моменту імпульсу, перетворення цих величин як векторів, законів збереження імпульсу і моменту імпульсу;
3. поняття роботи сил, кінетичної, потенціальної, повної енергії матеріальної точки, потенціальної енергії взаємодії точок, закони збереження повної механічної енергії, потенціальної енергії в полі консервативних сил, роботу консервативних сил, рух тіл зі змінною масою;
4. принципи відносності Ейнштейна, перетворення Лоренца, наслідок перетворень Лоренца, перетворення швидкостей, інваріанти перетворення Лоренца, релятивістське рівняння руху, поняття релятивістської енергії і імпульсу;
5. рівняння руху в неінерціальних системах відліку, рух точок поблизу поверхні Землі;
6. закон тяжіння Ньютона, закони Кеплера;
7. закони динаміки твердого тіла, кінетичну енергію обертального руху, зв'язок між моментом імпульсу твердого тіла і кутовою швидкістю, теорему Штейнера;
8. закони коливального руху.

ВМІТИ:

9. вільно володіти і оперувати основними поняттями механіки;
10. визначати рівняння руху матеріальної точки та системи точок;
11. складати рівняння руху поступального, обертального та коливального рухів матеріальної точки і системи точок;
12. визначати сили, що виникають внаслідок взаємодії матеріальних точок та тіл;
13. складати та розв'язувати рівняння руху точок в неінерціальних системах відліку;

¹ Learning outcomes.

1. розв'язувати задачі з будь-якої теми програми.

Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Кінематика прямолінійного, криволінійного і обертального рухів. Кінематика спеціальної теорії відносності (СТВ)	№ 1-2	Самостійна робота	4-ий тиждень
2.	Динаміка матеріальної точки і системи точок. Релятивістська динаміка.	№ 3-4, 11, 12	Самостійна робота	7-ий тиждень
3.	Робота і енергія. Релятивістська енергія.	№ 5-6, 9-11	Самостійна робота	10-ий тиждень
4.	Рух в полі центральних сил. Закони Кеплера.	№ 5-6, 9-11	Перевірка домашнього завдання	12-ий тиждень
5.	Рух в неінерціальних системах відліку (НСВ).	№ 5, 13	Перевірка домашнього завдання	14-ий тиждень
6.	Динаміка твердого тіла.	№ 7, 9-11	Самостійна робота	16-ий тиждень
7.	Коливальні рухи.	№ 8, 9-11	Перевірка домашнього завдання	18-ий тиждень

Модульна контрольна робота проводиться на 11-ому тижні.

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кількість	Всього
1.	Семестрове індивідуальне розрахункове завдання	22	22	1	22
2.	Лабораторна робота	24	3	8	24
3.	Модульна контрольна робота	6	6	1	6
4.	Тематичні самостійні роботи	4	1	4	4
5.	Робота в аудиторії	4	0.4	10	4
6.	Письмовий екзамен	20	20	1	20
7.	Усний екзамен	20	20	1	20
	Всього				100

Результати лабораторних робіт та тематичних самостійних робіт (завдань) оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами, в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Результати семестрового індивідуального завдання оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі та супроводжуються позитивними коментарями та зауваженнями стосовно помилок.

Результати модульної контрольної роботи вказуються на бланках для модульної контрольної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Результати письмово екзамену вказуються на бланках для письмової екзаменаційної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 60$
2	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота
3	Виконання семестрового індивідуального завдання	Розрахункове завдання
4	Виконання лабораторних робіт	№1-8
5	Поточний контрольний захід	Самостійні роботи

Додаткові умови допуску до екзамену/заліку:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
3. Відвідування лекційних занять.
4. Відвідування практичних та лабораторних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ²

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	-
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	-
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	-
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	-
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	-
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов	Не допущено	-

² Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

допуску		
---------	--	--

До початку виконання лабораторної роботи викладач проводить співбесіду з кожним студентом протягом 10-15 хвилин для впевненості, що студент підготувався до роботи, розуміє її теоретичне підґрунтя, знає, як працювати з приладом, знає порядок виконання роботи та які результати мають бути отримані. За результатами співбесіди студент отримує допуск викладача для виконання роботи. Захист виконаної та оформленої роботи також проходить у формі співбесіди. Невиконання лабораторних робіт або не захист лабораторних робіт в відведений термін вважається заборгованістю. Студент не допускається до екзаменів, доки заборгованість не буде ліквідована.

Захист виконаного та оформленого індивідуального розрахункового завдання проводиться у формі співбесіди з викладачем. Під час захисту студент зобов'язаний вміти розповісти про розв'язування вказаних викладачем задач та відповісти на теоретичні питання за темою задачі, користуючись власноруч написаним конспектом лекції. Невиконання семестрового розрахункового завдання або не захист в відведений термін вважається заборгованістю. Студент не допускається до екзамену доки не ліквідується заборгованість.

На письмовому екзамені кожний студент отримує не більш чотирьох задач за обговореними заздалегідь темами, які він зобов'язаний вміти розв'язати протягом трьох астрономічних годин, користуючись власноруч написаним конспектом лекції.

На усному екзамені студент має в білеті, якій він бере, два запитання із програми курсу. На підготовку до відповіді відводиться одна астрономічна година. Екзамен викладачем приймається у формі співбесіди зі студентом. Студент відповідає на запитання білета та на додаткові питання за програмою курсу.

Програма курсу доводиться до уваги студентів не пізніше, ніж за місяць до закінчення семестру.

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Участь у міжнародних, всеукраїнських, інститутських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5 балів	Не відвідування лекції без поважних причин (за кожен випадок)	- 2 бали
		Не виконання домашнього завдання (за кожен випадок)	- 2 бали
Самостійний за власним бажанням вихід до дошки і відповідь	0.5 балів	Пропуск практичних занять без поважних причин	-3 бали
Додаткові задачі розрахункової роботи	0.5 балів	Порушення термінів виконання і здачі лабораторної роботи (за кожен раз)	-3 бали
		Порушення термінів виконання семестрового завдання (за кожен день)	-1 бал

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять та лабораторних робіт є обов'язковим. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти довідку про термін проходження лікування, оформлену належним чином з установи, де проходило лікування. Наявність такого документу є гарантією не нарахування штрафних балів. В інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку разом з викладачем. У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання, лабораторних робіт та домашніх завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У разі, якщо пропуск стався з поважних причин, підтверджений довідкою, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки. Якщо пропуск стався без поважних причин, модульна контрольна не зараховується. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається. Теж саме стосується тематичних самостійних робіт, але їх можна написати в інший термін за домовленістю з викладачем. Пропущений письмовий екзамен на зараховується незалежно від причин пропуску. У разі пропуску усного екзамену без поважних причин студент отримує запис у відомості «не з'явився» та йде на перездачу.

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, оцінюється з нарахуванням штрафних балів.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі - атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами ³.

Критерій			Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ⁴			8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵		≥ 15 балів	≥ 25 балів
	Поточний контрольний захід	Тематичні самостійні роботи	+	+
	Семестрове індивідуальне завдання	Розрахункове завдання	-	-
	Лабораторні роботи	№1-2 №3-5	+	+
	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота	-	+
	Поточний контрольний захід	Виконання домашніх завдань	+	+

³ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

	Поточний контрольний захід	Робота в аудиторії	+	+
--	----------------------------	--------------------	---	---

Академічна доброчесність

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

Норми етичної поведінки

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

У разі незадовільної оцінки за самостійні тематичні роботи студент за домовленістю із викладачем може таку роботу переписати в інші терміни та з іншими задачами.

У разі неможливості розв'язати деякі задачі семестрової розрахункової роботи студент може звернутися до викладача із проханням замінити задачі.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

... (дозволяється/не дозволяється, умови, перелік онлайн-курсів тощо)

Інклюзивне навчання (необов'язковий пункт)

... (допускається/не допускається, основна інформація)

Навчання іноземною мовою (необов'язковий пункт)

Викладання іноземними мовами допускається і здійснюється у разі використання іноземномовного підручника/посібника, аналога або еквівалента якого не має в україномовній літературі.

Позааудиторні заняття (необов'язковий пункт)

... (чи проводяться заняття за межами закладу вищої освіти: виїзні заняття, заняття на підприємствах, в установах, організаціях тощо)

Додатки

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Механіка» студенти зможуть:

Результати навчання	Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО ⁶	
	Загальні компетентності (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові)

⁴ Там само.

⁵ Там само.

⁶ Наказ Міністерства освіти і науки України №... від року «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю ...» для ... (...) рівня вищої освіти».

1.	Розвиток фізичної картини світу. Класична та сучасна фізика. Місце механіки в фізиці. Задачі механіки.	Впевненість, що Всесвіт може бути пізнаним, необхідності пізнання навколишнього світу	Будова моделей світу і всесвіту.
2.	Кінематика. Простір і геометрія, матеріальна точка, система відліку, способи завдання руху, траєкторія. Переміщення точки, швидкість, прискорення.	Оволодіння способами завдання руху у фізиці та у механіки зокрема.	Складати та розв'язувати диференційні рівняння руху точок.
3.	Ступені свободи. Миттєва вісь обертання.	Здатність аналізувати складний рух тв. тіл.	Способи знаходження миттєвої осі обертання
4.	Системи відліку і системи координат, зв'язок між ними. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Перетворення Галілея. Основні принципи класичної механіки.	Оволодіння фундаментальними принципами класичної механіки.	Перший закон Ньютона (закон інерції)
5.	Принцип відносності Ейнштейна. Постулати спеціальної теорії відносності (СТВ). Перетворення Лоренца. Класифікація інтервалів. Поняття про псевдо-евклідов простір Мінковського, мирового лінія точки. Матриця перетворень Лоренца.	Оволодіння фундаментальними принципами спеціальної теорії відносності та її математичним апаратом	Перетворення Лоренца та їх наслідки.
6.	Взаємодія матеріальних об'єктів. Поняття сили. Закони Ньютона. Характеристика основних природних сил.	Опанування фундаментальними принципами механіки Ньютона. Походження основних сил механіки	2, 3 закони Ньютона, складати рівняння руху, аналізуючи сили, що діють, та вміння їх розв'язувати
7.	Імпульс точки, імпульс сили. Імпульс системи точок. Закон збереження імпульсу. Центр мас системи точок. Момент імпульсу та момент сил точки Рівняння моментів. Момент імпульсу системи точок. Закон збереження моменту імпульсу. Система центру мас.	Можливість аналізувати рух точки та системи точок, ґрунтуючись на фундаментальних принципах механіки Ньютона.	Складати рівняння руху, аналізуючи сили, що діють в системі, та розв'язувати їх
8.	Рух тіл зі змінною масою. Рівняння Мещерського. Реактивна сила. Рівняння Цюлковського	Ознайомлення з принципами міжпланетарних польотів.	Складати рівняння руху та розв'язувати їх
9.	Релятивістська динаміка. Релятивістське рівняння руху. Релятивістське квазікласичне рівняння руху.	Ознайомлення з фундаментальними принципами спеціальної теорії відносності та її математичним апаратом	Складати рівняння руху та розв'язувати їх
10.	Робота сили. Потужність. Кінетична енергія точки. Консервативні сили. Повна механічна енергія. Кінетична і повна енер-	Оволодіння фундаментальними принципами класичної фізики і механіки Ньютона	Розрізняти консервативні і неконсервативні сили. Знати критерії консерватив-

	гія системи точок. Закон збереження повної механічної енергії системи не взаємодіючих матеріальних точок у зовнішньому полі консервативних сил.	зокрема.	ності сил і полів.
11.	Релятивістські енергія і імпульс. Перетворення імпульсу і енергії. Енергія спокою, кінетична енергія в релятивістському випадку. Енергія, імпульс, маса системи релятивістських частинок Релятивістські формули для енергії.	Ознайомлення з фундаментальними принципами спеціальної теорії відносності та її математичним апаратом	Складати рівняння руху та розв'язувати їх
12.	Поле центральних сил. Гравітаційне поле. Рівняння руху матеріальної точки в полі центральних сил. Траєкторія руху в гравітаційному полі. Рівняння конічного розрізу. Рух по еліпсу. Закони Кеплера	Пізнання Фундаментальних принципів класичної фізики і механіки Ньютона зокрема у вигляді фундаментального закону руху у полі тяжіння Ньютона.	Складати рівняння руху у полі центральних сил та вміти розв'язувати їх
13.	Сили інерції і закони Ньютона. Рівняння руху точки при довольному русі системи відліку Коріолісова та відцентрова сили. Земля як неінерціальна система відліку.	Пізнання фундаментальних принципів класичної фізики і механіки Ньютона, зокрема, дію об'єктивних законів природи в інерціальній та неінерціальних системах відліку	Складати рівняння руху в неінерціальних системах відліку та вміти розв'язувати їх
14.	Динаміка обертального руху тіл. Момент імпульсу твердого тіла при обертальному русі. Площинний рух твердого тіла.	Фундаментальні принципи класичної фізики і механіки Ньютона зокрема, пізнання об'єктивних законів природи на прикладах динаміки обертального руху.	Складати рівняння руху та розв'язувати їх
15.	Рух дзиг і гіроскопів.	Пізнання об'єктивних законів природи та їх використання в техніці.	Аналізувати рух вільних та навантажених гіроскопів.
16.	Періодичні процеси. Гармонічні коливання. Умови гармонічності коливань. Осцилятор з тертям. Згасаючі власні коливання. Вимушені коливання. Биття.	Пізнання об'єктивних законів природи та їх використання в техніці.	Аналізувати рух коливальної системи. Складати рівняння руху та розв'язувати їх