

ВИКЛАДАННЯ СПЕЦКУРСУ «НЕБЕСНА МЕХАНІКА»
У ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Бойко Григорій Миколайович
кандидат педагогічних наук, доцент
Національний педагогічний університет
імені М. П. Драгоманова
bgn656@gmail.com

Небесна механіка (*англ. Celestial mechanics*) – один з трьох головних розділів астрономії, поряд з астрофізикою та астрометрією, в якому застосовуються закони механіки для обчислення руху небесних тіл. Теоретичним фундаментом небесної механіки є закони класичної механіки і закон всесвітнього тяжіння І. Ньютона. Небесна механіка – це витончена частина астрономії. [1, ст. 313].

Небесна механіка як розділ астрономії налічує більше двох тисяч років власної історії розвитку. На основі отримуваних за її допомогою висновків сформовано уявлення людства про світобудову. У методологічному аспекті небесна механіка є експериментальним майданчиком, на якому математики продовжують удосконалювати традиційні та віднаходять нові математичні методи.

Методика викладання основ небесної механіки докладно розроблялася впродовж більше ніж півтора століть. Цілі і завдання її викладання з плином часу неодноразово змінювалися. На початку ХХ століття основи небесної механіки були другим за значимістю (після астрометрії) розділом астрономії, в рамках якого у студентів формувались поняття про наукові методи дослідження космічних об'єктів, їх фізичну природу, будову, структуру та властивості Всесвіту в цілому. У сучасній вищій школі таку «роль» відіграє курс астрофізики.

Водночас, з початком ери космічних польотів структура та методика викладання курсу «Небесна механіка» зазнала докорінних змін, що було викликано необхідністю стійкого оволодіння методикою розрахунків практичної спрямованості (наприклад,

теорія руху штучних супутників Землі).

Не лише в методи розв'язку задач, але і в методику викладання небесної механіки, як дисципліни фізико-математичного циклу, істотний вклад було внесено провідними науковцями світу та вітчизняної науки (Л. Ейлер, М. В. Остроградський, А. М. Ляпунов, А. Н. Крилов, І. В. Мещерский, В.В. Степанов, Н. Д. Моїсеєв, М. Ф. Субботін, Г. Н. Дубошін, А. Н. Колмогоров, В. І. Арнольд, Ю. В. Александров та інші) [2, 3, 4, 5, 6].

Викладання спецкурсу «Небесна механіка» у педагогічному університеті на спеціальностях 014.08 Середня освіта (фізика) та 104 Фізика та астрономія має певні особливості. Зокрема, традиційно базова математична підготовка абітурієнтів та, в подальшому, студентів педагогічних університетів дещо поступається студентам фізико-математичних спеціальностей класичних університетів. Та й мотивація студентів-педагогів глибоко вивчати небесну механіку дещо нижча, ніж у майбутніх астрономів-дослідників.

Викладені вище обставини потребують виваженого та глибоко продуманого формулювання змісту теоретичного матеріалу спецкурсу «Небесна механіка» та ретельного добору завдань для самостійної роботи студентів.

Необхідною умовою успішного оволодіння спецкурсом «Небесна механіка» є попереднє ґрунтовне вивчення студентами розділу «Механіка» курсу «Загальна фізика», розділу «Диференціальні рівняння» курсу «Математичний аналіз» («Вища математика») та курсу «Основи теоретичної фізики. Класична механіка» (основні поняття і положення механіки Ньютона), які пов'язані між собою на рівні сформованих умінь та навичок. Необхідне також попереднє знайомство студентів з курсом «Загальна астрономія».

Мета вивчення спецкурсу «Небесна механіка»: ознайомити студентів з основними поняттями, задачами та методами небесної механіки; оволодіти основними методами визначення орбіт і законів руху небесних тіл, в тому числі – штучних. Курс дає можливість студентам оволодіти математичним апаратом небесної механіки та успішно

реалізовувати побудову відповідних математичних моделей.

Студент повинен оволодіти такими спеціальними (фаховими) компетенціями:

- ✓ здатністю використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ;
- ✓ здатністю формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії;
- ✓ здатністю проводити семінарські, лабораторні та практичні заняття в закладах вищої, фахової передвищої, загальної середньої освіти в галузі астрономії.
- ✓ здатністю використовувати знання сучасних проблем астрономії, новітніх досягнень теорії і практики в своїй науково-дослідній та науково виробничій діяльності.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен вміти: визначати орбіти небесних тіл, в т. ч. за результатами спостережень; виконувати розрахунки, пов'язані із задачами небесної механіки; проводити аналітичні, числові та якісні дослідження руху природних й штучних небесних тіл; розрізняти випадки застосування при розв'язку задач небесної механіки методу незбуреного і збуреного руху небесних тіл.

Зміст спецкурсу «Небесна механіка» поділено на два модулі: задача багатьох тіл та задача двох тіл; основи теорії збуреного руху.

У межах кожного з модулів здійснюється комплексне, синхронізоване вивчення теоретичних і практичних аспектів змісту дисципліни та формування відповідних спеціальних компетентностей. При цьому відбувається не стільки скорочення надлишкових теоретичних знань, скільки перегляд їх змісту, «відсіювання» зайвої теорії та перерозподіл обсягу на користь дійсно необхідних теоретичних знань, які дозволяють формувати спеціальні компетенції, що, в кінцевому рахунку, призводить до підвищення мотивації здобувачів вищої освіти.

Модуль I. Задача багатьох тіл та задача двох тіл

Тема 1. Предмет і методи небесної механіки. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння.

Тема 2. Задача багатьох тіл. Гравітаційні поля небесних тіл. Задача багатьох тіл в

різних системах координат.

(Тема 1 та 2 опрацьовується студентами самостійно та базується на попередньо опанованих курсах «Загальна фізика», «Основи теоретичної фізики. Класична механіка»)

Тема 3. Задача двох тіл. Рівняння та перші інтеграли задачі двох тіл. Загальний розв'язок задачі двох тіл. Кеплерівські елементи орбіти і класифікація рухів в задачі двох тіл

Тема 4. Окремі випадки кеплерівського руху. Еліптичний рух. Рівняння Кеплера. Визначення координат та швидкості. Гіперболічний рух. Коловий рух. Параболічний рух.

Модуль II. Основи теорії збуреного руху

Тема 1. Збурений рух. Поняття збуреного руху. Диференціальні рівняння для оскулюючих елементів.

Тема 2. Стійкість руху в небесній механіці. Поняття про стійкість руху. Основи теорії стійкості по Ляпунову. Сучасний стан проблеми стійкості руху тіл Сонячної системи.

Курс лекцій є спробою в певній мірі викласти частини небесної механіки, врахувавши, на жаль, традиційну вже певну слабкість математичної підготовки абітурієнтів та, в подальшому, студентів педагогічних вузів. За таких обставин не слід захоплюватися виведенням основних формул. Набагато важливіше, на нашу думку, зупинитися на методах аналізу динамічних задач.

Під час проведення лекційних занять доцільним є використання презентацій. Поряд з можливістю наочності та моделювання астрономічних явищ і процесів, презентації дозволяють знайомити студентів з різноманітними спеціалізованими комп'ютерними програмними засобами.

Доцільним є також використання індивідуальних навчально-розрахункових завдань для самостійного розв'язку студентами в позааудиторний час. До прикладу, у рамках навчально-розрахункового завдання «Рух штучного супутника Землі» кожний студент отримує індивідуальні вихідні данні для розв'язку практично-орієнтованого

завдання.

Підхід, заснований на компетенціях, знаходиться в рамках концепції навчання протягом усього життя, оскільки має на меті формування висококваліфікованих фахівців, здатних адаптуватися до ситуації, що змінюється в сфері професійної діяльності, з одного боку, і продовжувати професійне зростання і освіту – з іншого. Такий підхід до організації навчання дозволяє створити відчуття успішності у кожного, хто навчається, який формується самою організацією освітнього процесу, в рамках якого кожен здобувач вищої освіти може і повинен сам керувати своїм навчанням, що привчає його брати відповідальність за власне навчання, а в подальшому – за власне професійне зростання та кар'єру.

Література

1. Климишин І. А. Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І. А. Климишина та А. О. Корсунь. - Львів, 2003. – с. 548.
2. Александров Ю.В. Небесна механіка. - Харків: Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, 2003. - 190 с.
3. Дубошин Г. Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы - М.: Наука, 1964.- 560 с.
4. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. - М.: Наука, 1963. – 799 с.
5. Д. Брауер, Дж. Клеменс. Методы небесной механики - М.: Мир, 1964. – 516 с.
6. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию.- М., 1968 – 800 с.