



EN 274

**ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА И РОБОТИКА**

Актуализирана: прот. № 13 от 11.03.2020 г.

Лектор: проф. д-р Радостин Долчинков

**АНОТАЦИЯ**

Учебната дисциплина „Приложна механика и роботика” /ПМР/, представлява обобщен курс на обучение. Лекционният курс има общообразователен характер с приложен отенък и е разработен върху материал, включващ положения от класическите механични дисциплини: Механика, Физика, Техническо и компютърно документиране и Математика получени при обучението в университета.

ПМР е учебна дисциплина, която се изучава от студентите редовно и задочно обучение от специалностите КЕВЕИ, ЕСЕО, КСТ и СИИТ. Тя запознава студентите с общите закони на механичното движение и равновесието на материалните тела във връзка с приложението им в техниката. В зависимост от поставяните за решаване задачи основното съдържание на дисциплината обхваща четири основни части: статика, кинематика, динамика и роботика.

Статиката изучава условията за относителното равновесие на телата.

Кинематиката изучава геометричната страна на движението на телата в пространството и в течение на времето, без да се интересува от взаимодействията между тях.

Динамиката изучава движението на материалните тела в пространството и в течени на времето в зависимост от взаимодействията ( силите ) между тях.

Роботиката разглежда практическото приложение на механичните системи в движение и процес на работа.

Придобитите знания и умения по приложна механика и роботика ще бъдат полезни на студентите при изучаване на дисциплините Съпротивление на материалите, Машинни елементи и механизми, Автоматизация и всички инженерни дисциплини от обучението в по-горните курсове.

Тези знания и умения ще бъдат много полезни при работа по различни инженерни задачи, при разработване на проекти и решаване на творчески проблеми, както по време на следването в университета, така и по време на тяхната реализация в практиката.

**ПРЕДПОСТАВКИ**

Учебната дисциплина се изучава през четвърти семестър, има входни връзки с обучението по математика и техническо и компютърно документиране.

**СТАТУТ И СТРУКТУРА**

специалност	статут	Кредити	редовно обучение				задочно обучение			
			л	с	у	общо	л	с	у	общо
КСТ	Задължителна	6	30	15	15	60	15	10	5	30
КЕВЕИ	Задължителна	6	30	15	15	60	15	10	5	30
ЕСЕО	Задължителна	6	30	15	15	60	15	10	5	30
СИИТ	Задължителна	6	30	15	15	60	15	10	5	30

# СЪДЪРЖАНИЕ НА КУРСА

## *А Лекции:*

Общи положения на механиката: предмет на дисциплината, основни понятия и определения и основни части – статика, кинематика, динамика и роботика)

### 1. Статика.

1.1 Предмет, задачи и основни понятия в статиката. Аксиоми на статиката. Проекция на сила върху ос и равнина. Момент на сила спрямо точка и спрямо ос.

1.2 Системи конкурентни сили. Редукция и равновесие на система от конкурентни сили в равнината (две конкурентни сили; произволен брой конкурентни сили). Редукция и равновесие на система от конкурентни сили в пространството (три конкурентни сили, произволен брой конкурентни сили).

1.3. Произволни равнинни системи сили. Редукция и равновесие на успоредни сили в равнината (две успоредни еднопосочни сили; две успоредни разнопосочни сили; разлагане на дадена сила на две успоредни компоненти; произволен брой успоредни еднопосочни, произволен брой успоредни разнопосочни сили, двоица сили). Аналитична редукция на произволна равнинна система сили. Аналитични условия за равновесие. Графична редукция на произволна равнинна система сили чрез силов многоъгълник. Графични условия за равновесие.

1.4. Произволни пространствени системи сили. Редукция на произволна пространствена система сили. Аналитични условия за равновесие. Редукция на пространствена система успоредни сили (успоредни еднопосочни и успоредни разнопосочни сили). Аналитични условия за равновесие.

1.5. Опори и опорни реакции. Видове опори (плъзгаща опора; търкаляща опора; нишкова връзка, прътови опори; неподвижна цилиндрична става; подвижна цилиндрична става; неподвижна сферична става; подвижна сферична става; равнинно запъната опора; пространствено запъната опора; други опори). Определяне на опорните реакции.

1.6. Равновесие на система от тела. Степени на свобода и отнемането им (диск; степени на свобода; закрепване на телата, системи от дискове). Видове греди и рамки- съставни конструкции ( герберови греди и троставни рамки и дъги)

1.7. Център на тежестта. Център на тежестта на система от отделни (дискретни ) материални точки. Център на тежестта на материални тела , повърхнини и линии.

1.8. Равновесие при наличие на триене. Видове триене (триене при покой; триене при движение – плъзгане и търкаляне).

### 2. Кинематика.

2.1. Общи положения. Предмет и задачи. Основни понятия (пространство, време, система на отчитане)

2.2. Кинематика на точка. Кинематика на точка в декартова координатна система. Кинематична характеристика на движението на точка (траектория, скорост, ускорение). Кинематика на точка в естествена координатна система. Кинематична характеристика на движението на точка. Частни случаи на движение на точка (равномерно, праволинейно, криволинейно, равно променливо криволинейно, хармонично движение).

### 2.3. Кинематика на твърдо тяло. Общо движение и специално движение на твърдо тяло.

- Транслационно ( постъпателно ) движение на твърдо тяло.
- Ротационно (въртеливо) движение на твърдо тяло около неподвижна ос.
- Преобразуване (предаване) на ротационно (въртеливо) движение, елементарна кинематика на предавки чрез триене и чрез зацепване.
- Равнинно движение на твърдо тяло (движение на тяло успоредно на дадена равнина)
- Сферично движение на твърдо тяло (движение на тяло около неподвижна точка)
- Сложно движение на твърдо тяло (абсолютно, относително, преносно; събиране на транскации и ротации)
- Преобразуване (предаване) на прости движения на твърди тела – практическо приложение: обикновени предавки, планетни предавки, диференциални предавки.

### 3. Динамика.

3.1. Общи положения. Предмет и задачи. Закони (аксиоми) на динамиката.

3.2. Динамика на материална точка. Основно уравнение в динамиката на материална точка.

Права и обратна задача. Динамика на материална точка, движеща се по зададена линия.

- Общи теореми в динамиката на материална точка: теорема за изменението на количеството на движение; теорема за изменението на кинетичния момент; теорема за изменението на кинетичната енергия: (елементарна работа; пълна работа, мощност на сила; кинетична енергия; потенциално силово поле; потенциална енергия, закон за запазване на енергията. Приложение на теоремите.
- Праволинейни трептения на материална точка: свободни трептения в среда без съпротивление; свободни трептения в среда със съпротивление (затихващи трептения); принудени трептения. Резонанс.

3.3. Динамика на механична система. Обща постановка на основната задача в динамиката на механичната система: масов център, масови инерционни моменти, Теорема на Щайнер.

- Общи теореми на динамиката на механична система: диференциални уравнения на движението; теорема за изменението на количеството на движението; теорема за движението на масовия център на механична система; теорема за изменението на кинетичната енергия. Приложение на теоремите.

3.4. Динамика на твърдо тяло.

- Динамика на свободно твърдо тяло. Кинетичен момент и кинетична енергия на свободно твърдо тяло.
- Динамика на ротационното (въртеливо) движение на твърдо тяло.
- Динамика на равнинното движение на твърдо тяло (движение на тяло успоредно на дадена равнина)

### 4. Роботика.

4.1. Структурно проектиране на работи. Структурно- функционална схема на промишлен робот. Класификация.

4.2. Систематика на движението.

4.3. Структури на манипулационни системи. Структури на отворени кинематични вериги. Структури на затворени кинематични вериги.

4.4. Кинематика на равнинни манипулационни механизми. Права задача.

4.5. Динамика на манипулационната система.

## *Б. Семинарни упражнения.*

### 1. Статика.

- 1.1 Равновесие на твърдо тяло под действието на система съначални сили.
- 1.2 Пресмятане на главния момент на системи сили.
- 1.3 Равновесие на твърдо тяло под действието на система съравнини сили.
- 1.4 Равновесие на твърдо тяло под действието на произволни системи сили.
- 1.5 Равновесие на система от тела с произволно равнинно натоварване. Герберови греди и триставни рамки.
- 1.6 Център на тежестта. Определяне положението на центъра на тежестта.
- 1.7 Равновесие при наличие на триене. Триене при покой.

### 2. Кинематика.

- 2.1. Кинематика на точка в декартова и естествена координатна система.
- 2.2. Кинематика на твърдо тяло: транслационно и ротационно движение.
- 2.5. Преобразуване (предаване) на прости движения на твърди тела – практическо приложение: редови, планетарни и диференциални предавки.

### 3. Динамика.

- 3.1. Динамика на материална точка. Основно уравнение на динамиката. Права и обратна задача.
- 3.2. Теорема за изменение количеството на движение на материална точка.
- 3.3. Теорема за изменение на кинетичната енергия на точка. Закон за запазване на механичната енергия.
- 3.4. Праволинейни (свободни ) трептения на мат. точка в несъпротивителни среди.
- 3.5. Теорема за изменение количеството на движение и кинетичния момент на механична система. Теорема за движение на масовия център. Теорема за изменения кинетичната енергия на механични системи.

## *В. Лабораторни упражнения.*

Свързани са с онагледяване на теоретичния материал приложен върху работи. Върху модели на работи и манипулатори се анализират движенията, степените на свобода и др.

## *В. Курсова работа.*

Всеки студент решава курсова задача по индивидуално задание.

В пълния обем са включени задачи от разглежданите теми в часовете за семинарни упражнения по разделите: статика, кинематика и динамика.

Изпълнението се осъществява по график.

Оценяването на курсовите задачи оформя една част от текущата оценка за работа на студента през семестъра.

## ПЛАНИРАНИ УЧЕБНИ ДЕЙНОСТИ И МЕТОДИ НА ОБУЧЕНИЕ

Учебното съдържание по дисциплината е ориентирано към смесения тип обучение, което се характеризира с интегриране на разнообразни информационни и комуникационни технологии и традиционни и интерактивни методи на преподаване.

С цел да се провокира мисленето на студентите, както и да се мотивира участието им в хода на работата по време на лекциите се използва т.нар. **интерактивна лекция**. Тя дава възможност съдържанието по дадена тема да се „разбие” на сегменти – сегмент на лекция в съчетание със сегмент, по който студентите работят по групи или самостоятелно върху определена част от съдържанието, участват в дискусии, представят материали по поставени от преподавателя задачи.

Курсът е разработен и в електронен вид. Качен е в обучителната платформа MOODLE и осигурява достъп на студентите по всяко време и място до учебните материали – теоретични и практически.

В платформата, курсът на обучение е представен чрез ресурси под формата на **теоретични материали**, чрез разнообразни **дейности за студентите - задания, тесто**

## МЕТОДИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ

Пълноценното усвояване на учебния материал по дисциплината предполага редовно посещение на лекциите и семинарните упражнения.

Лекционният курс е само основа за по-нататъшна самостоятелна работа върху теоретичния материал. Разширяването и задълбочаването на познанията може да стане като се ползват препоръчаните литературни източници и друга литература по дисциплината.

В часовете за семинарни упражнения се решават задачи по основните теми на учебния материал.

Работата на студентите през семестъра се подпомага от преподавателите в часовете за седмични консултации.

Заверка на семестъра получават студентите, които редовно са посещавали лекции и упражнения и са изпълнили всички форми на текущ контрол.

В края на всеки раздел в часовете по упражнения се решават контролни задачи, които се оценяват и оформят другата част от текущата оценка за работата.

Обучението по дисциплината завършва с писмен изпит, включващ задачи и тест.

Оценяването става по шестобална скала за изпитни оценки, на основата на уточнени критерии по точкова система. Студенти получили много добри и отлични оценки от текущия контрол се освобождават от изпит.



## ИЗПИТЕН ВЪПРОСНИК

EN 103

### ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА И РОБОТИКА

Лектор: Доц. д-р Радостин Долчинков

ЛЕКЦИИ

1. Предмет на механиката. Аксиоми на статиката.
2. Проекция на сила върху ос. Момент на сила спрямо точка и спрямо ос. Двоица сили.
3. Редукция и равновесие. Равновесие на конкурентна система сили.
4. Видове опори. Видове греди. Равновесие на произволна равнинна система сили.
5. Равновесие на система от тела под действие на произволна система сили.. Съставни конструкции. Герберови греди. Триставни рамки.
6. Равновесие при наличие на триене. Триене при плъзгане и търкаляне.
7. Кинематика на точка в Декартова координатна система.
8. Кинематика на точка в естествена координатна система.
9. Кинематика на транслационно движение на твърдо тяло.
10. Кинематика на ротационно движение на твърдо тяло.
11. Кинематика на сложно движение на твърдо тяло.
12. Преобразуване на прости движения на твърдо тяло.
13. Динамика на материална точка. Нютонови закони при движение.
14. Права и обратна задача в динамиката на материална точка.
15. Основно уравнение в динамиката на материална точка. Видове задачи.
16. Общи теореми в динамиката на материална точка. Теорема за изменението на количеството движение на материална точка.
17. Елементарна работа, пълна работа, мощност на сила.
18. Кинетична и потенциална енергия. Теорема за изменението на кинетичната енергия на материална точка. Приложение на теоремата.

#### УПРАЖНЕНИЯ:

1. Равновесие на конкурентна система сили.
2. Момент на сила спрямо точка и спрямо ос. Двоица сили.
3. Равновесие на твърдо тяло под действие на произволна равнинна система сили.
4. Равновесие на система от тела под действие на произволно равнинно натоварване – герберови греди и триставни рамки.
5. Движение на точка в Декартова координатна система.
6. Движение на точка в естествената координатна система.
7. Транслационно и ротационно движение на твърдо тяло.
8. Преобразуване на прости движения на твърдо тяло.
9. Основно уравнение на динамиката.
10. Теорема за изменението на количеството движение на материална точка.
11. Теорема за изменението на кинетичната енергия на материална точка. Приложение на теоремата.

## ПРЕПОРЪЧИТЕЛНА ЛИТЕРАТУРА

1. Писарев, А.М.,Ц.Н. Парасков, С.Н. Бъчваров. Теоретична механика, част I , София, 1974.
2. Тодоров, М.М. Теоретична механика, част I, Русе, 1974.
3. Тодоров, М.М. Теоретична механика, част I, Русе, 1980.
4. Мещерски, И.В. Сборник от задачи по теоретична механика, Техника, С. 1995.
5. Бъчваров, С.Н. и др. Ръководство за упражнения и решаване на задачи по теоретична механика, С., 1973.
6. Цонев, С. и др. Ръководство за решаване на задачи по теоретична механика, част I, Кинематика и статика, Русе, 1988.
7. Партинов, П. Ръководство за решаване на задачи по теоретична механика, част II, Динамика, Русе, 1985.
8. Долчинков, Р.С.,Петков, К., Ръководство за решаване на задачи по Теоретична механика, Ирита, 2009.
9. Андре, П., Ж. Кофман, Ф. Лот, Ж. П. Тайар. Конструирование роботов, М., Мир, 1986.
10. Константинов, М. и др. Приложение на роботите в отраслите на промишлеността. С., Техника, 1980.
11. Марваков, И. И др. Технологични промишлени роботи. С., Техника, 1985.
12. Робототехника. М., Машиностроение, 1984.
13. Юревич, Е. И., и др., Устройство промышленных роботов, Машиностроение, 1980.
14. Минков, К., Роботика – механика на манипулиращи системи, СУ, С., 1986.
15. ПАВЛОВ, В., АВРАМОВ, И, Роботите идват – готови ли сме да ги посрещнем ? Състояние и развитие на триединството „човек-технология-робот”,XXVI МНТК, Сб. Доклади, 13-16 септ. 2010 г., Созопол, България, стр. 443-451.  
JOHN, Ting-Yung Wen, Kinematic Manipulability of General Constrained Rigid Multibody
16. VINCENT, Systems, IEEE transactions on robotics and automation, vol. 15, NO. 3, JUNE 1999.
17. D., The Robot Industry: Leading the charge to a Productive 21stCentury, <http://www.roboticsonline.com>.
18. TOSHITADA,Doi, Personal Robots Make the 21stCentury More Fun, <http://www.sony.net/SonyInfo/QRIO/interview>.
19. ЗАМАНОВ, В.КАРАСТОЯНОВ, Д.,СОТИРОВ, З.,Механика и управление на роботите, 1993.
20. Тарг С. М., Кратък Курс по Теоретична механика, книга 1, ИК Пропелер, 2006.
21. Долчинков, Р. С., Приложна механика и роботика, Янита-АС, Казанлък, 2019.
22. Василев С., Мунев Йо., Ботева М., Ръководство за упражнение по техническа механика, Авто принт, Пловдив, 2015.
23. Георгиева П., Е.Николова, Формули по висша математика, Полиграф Бургас, 2018.

