

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

Утверждаю:  
Проректор по учебной работе  
Павлов В. Н.  
« 25 » января 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»**

для подготовки бакалавров по направлениям

11.03.01 – «Радиотехника»

11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»

для подготовки специалистов по специальности

11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Санкт-Петербург

2017

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	011 – 017, 101 – 105, 116, 117, 314 – 317, 810 – 814, 311, 817 – 819
Обеспечивающий институт:	ИФИО
Обеспечивающая кафедра:	ПМИГ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	2
Семестр	3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	18
Практические занятия (академ. часов)	18
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	36
Самостоятельная работа (академ. часов)	72
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифференцированный зачет (семестр)	3
Курсовой проект (семестр)	3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМИГ 03.02.17, протокол № 2.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией института фундаментального инженерного образования 24.03.17, протокол № 1.

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»**

В учебной дисциплине рассматриваются вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердого тела, анализируются типовые конструкции электронных изделий и внешние воздействия, которые они испытывают в процессе изготовления и эксплуатации. Отражены вопросы статического, кинематического, кинетостатического и динамического анализа элементов приборов и систем.

Особое внимание уделено построению различных расчетных схем, переходу от реальных конструкций к расчетным схемам и соответствующим им математическим моделям с учетом параметров электронных приборов и устройств, применяемых материалов и характера внешних воздействий.

Приведены примеры расчета элементов конструкций электронных изделий при статических, динамических и температурных воздействиях.

## **SUBJECT SUMMARY «APPLIED MECHANICS»**

The subject matter deals with the theory of the stress-strain state of the solid, analyzed typical construction of electronic products and external influences, they are experiencing in the process of manufacture and operation. Addresses issues of the static-ray, kinematic, and dynamic analysis kinetostatic elements of devices and systems.

Particular attention is paid to the construction of different design schemes, the transition from the actual construction to settlement schemes and the corresponding mathematical models taking into account the parameters of electronic devices and equipment, the materials used and the nature of external influences.

Examples of calculation of structural elements of electronic products under static, dynamic and thermal effects.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Изучение методов построения расчетных схем, математических моделей и расчета реальных конструкций.

2. Формирование навыков проведения расчетов прочности и жесткости изделий электронной техники при различных внешних воздействиях.

3. Получение навыков расчета напряженно-деформированного состояния реальных конструкций.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Прикладная механика» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Инженерная и компьютерная графика»;

2. «Алгебра и геометрия»,

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Схемотехника аналоговых устройств»;

2. «Схемотехника цифровых устройств».

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Введение (2 академ. часа)**

Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Основные термины и определения.

### **Тема 1. Расчетные схемы элементов конструкций (10 академ. часов)**

Общие сведения для построения расчетных схем. Основные типы изделий электронной техники. Классификация внешних сил. Деформация, упругость, пластичность, хрупкость. Внутренние усилия. Напряжения. Геометрически изменяемые и геометрически неизменяемые системы. Кинематика геометрически изменяемых конструкций. Основные понятия. Подвижность механизмов. Классификация механизмов. Передаточное отношение.

Геометрически неизменяемые конструкции. Статические расчетные схемы. Схематизация свойств материалов и закрепления элементов технических систем. Опоры. Статически определимые и неопределимые системы. Динамические расчетные схемы. Приведение сил, моментов сил, масс, моментов инерции звеньев, коэффициентов жесткости и коэффициентов неупругого сопротивления.

### **Тема 2. Внутренние силы в поперечном сечении стержня (10 академ. часов)**

Пространственное нагружение стержня. Составляющие внутренние силы в поперечном сечении. Правило знаков. Силы в частных случаях деформации стержня: при осевом растяжении (сжатии), кручении, чистом и плоском поперечном изгибе. Построение эпюр внутренних сил.

**Тема 3. Напряженное состояние в окрестности точки деформируемого тела (10 академ. часов)**

Напряжения в окрестностях точки тела: полное, нормальное и касательное напряжения. Напряженное состояние в окрестности точки деформируемого тела. Составляющие напряжения. Правила знаков. Уравнение равновесия элементарного тетраэдра. Дифференциальные уравнения равновесия. Свойство парности касательных напряжений.

**Тема 4. Главные площадки и главные напряжения в окрестностях точки деформированного тела(10 академ. часов)**

Напряжения по наклонным площадкам. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния в окрестностях точки. Определение главных напряжений и положений главных площадок. Наибольшие касательные напряжения в окрестностях точки тела.

**Тема 5. Теория деформаций (8 академ. часов)**

Упругие перемещения в точке. Относительное удлинение и относительный сдвиг. Составляющие деформации. Связь между деформациями и перемещениями. Условия сплошности.

Определение относительных удлинений и сдвигов. Главные деформации и главные оси. Закон Гука при осевом растяжении (сжатии). Продольная и поперечная деформации. Модуль нормальной упругости и коэффициент Пуассона. Закон Гука для объемного напряженного состояния. Модуль сдвига.

**Тема 6. Напряжений в стержне, нагруженном по торцам (8 академ. часов)**

Условия статической эквивалентности. Элементарное решение дифференциальных уравнений деформируемого тела. Геометрические характеристики сечений. Гипотезы прочности. Исследование напряжений в стержне, нагруженном по торцам.

**Тема 7. Расчет на прочность основных случаев деформации стержня.**  
(8 академ. часов)

Нормальные напряжения при осевом растяжении (сжатии). Условие прочности. Допускаемые напряжения. Концентрация напряжений. Напряжение при кручении стержня круглого поперечного сечения. Условие прочности и подбор сечений. Чистый сдвиг. Напряжения при чистом сдвиге. Нейтральная линия. Условие прочности и подбор сечений. Рациональность форм поперечного сечения при изгибе. Напряжения при сложном изгибе. Касательные напряжения при плоском поперечном изгибе. Расчет на прочность стержня при изгибе с кручением. Статически неопределимые задачи.

**Тема 8. Приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня**(8 академ. часов)

Энергетические методы прикладной механики. Интегрирование дифференциальных зависимостей Коши. Прогиб. Угол поворота поперечного сечения. Приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня и его интегрирование.

**Тема 9. Теорема Кастильяно** (8 академ. часов)

Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Понятие обобщённой силы и обобщенного перемещения. Потенциальная энергия стержня. Теорема Кастильяно. Метод Максвелла-Мора.

**Тема 10. Температурные напряжения в элементах конструкций** (8 академ. часов)

Понятие о температурных напряжениях. Математическая модель термонапряженного состояния материала. Определение температурных напряжений в стержневых конструкциях при растяжении (сжатии) и при изгибе. Температурные напряжения в многослойных элементах конструкций.



**Тема 11. Динамические напряжения и деформации элементов конструкций (8 академ. часов)**

Динамические напряжения и деформации элементов конструкций в электро-приборостроении. Удар. Составление уравнений движения. Колебания упругих систем. Свободные и вынужденные колебания системы с распределенными параметрами. Анализ динамической прочности. Гипотезы прочности. Расчет допускаемых напряжений.

**Тема 12. Общие вопросы конструирования. Основы взаимозаменяемости(8 академ. часов)**

Вопросы конструирования с учетом расчетов прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций изделий электронной техники. Точность изготовления деталей. Допуски и посадки. Шероховатость поверхностей.

**Заключение (2 академ. часа)**

Перспективы использования пакетов прикладных программ для моделирования приборов и систем. Специфика применения знания настоящего курса в различных областях приборостроения.

## **Перечень практических занятий**

1. Построение статических расчетных схем. Определение опорных реакций.
2. Определение внутренних сил при растяжении-сжатии и кручении стержня.
3. Определение внутренних силовых факторов при плоском поперечном изгибе стержня.
4. Расчет напряжений в окрестности точки твердого деформируемого тела.
5. Расчет на прочность элементов конструкций по стержневой расчетной схеме при растяжении-сжатии, кручении и плоском поперечном изгибе.
6. Расчет на прочность и жесткость элементов конструкций по стержневой расчетной схеме.
7. Расчет перемещений в стержневых элементах конструкций.
8. Расчет температурных и динамических напряжений в элементах конструкций.
9. Вопросы конструирования изделий электронной техники.

## **Курсовое проектирование (36 академ. часов самостоятельной работы)**

Цель проекта: формирование навыков анализа напряженно-деформированного состояния узла электронного прибора.

Содержание проекта: расчетно-пояснительная записка, чертеж общего вида изделия, сборочный чертеж узла изделия, чертежи 1-2-х деталей изделия с простановкой размеров, полей допусков, параметров шероховатостей поверхностей, материала и технических условий.

Примерная тема: «Расчет на прочность и жесткость узла электронного прибора (Calculation of the strength and rigidity of assembly of an electronic device)».

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
<b>Основная литература</b>			
1	Бегун П.И., Кормилицын О.П. Прикладная механика: Учебник.-СПб.: Политехника, 2006.-463с.	3	501
2	Воробьев С. В., Кормилицын О. П. Анализ прочности и жесткости стержней: учеб.-метод. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2016. –32 с.	3	201 ЭБС ГЭТУ
3	Лебедева Е. А. Механика деформируемого тела: учеб. пособие. - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. - 103 с.	3	53 ЭБС ГЭТУ
4	П. И. Бегун, Е. А. Лебедева, Д. А. Лобачева Задачи прикладной механики: электронное учеб. пособие. СПб.,: 2017- <a href="https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1779">https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1779</a>	3	База ЭОР ЭИОС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Соляник-Красса К.В. Введение в механику деформированного твердого тела: Л.,: Изд-во Ленингр. Ун-та,1976.-408 с.	3	297
2	Кормилицын О.П. Прочность конструкций изделий электронной техники. [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2012	3	ЭБС ГЭТУ
3	Кормилицын О.П. Прочность конструкций изделий электронной техники. Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 1997. 128 с.	3	76
4	Бегун П.И., Кормилицын О.П. Прикладная механика: Учебник.-СПб.: Политехника, 1995.-320с.	3	96

Зав. отделом учебной литературы

*Киц*

Т.В. Киселева  
7.06.17

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	<a href="http://www.isopromat.ru/sopromat/primery-reshenia-zadach/raschet-na-prochnost">http://www.isopromat.ru/sopromat/primery-reshenia-zadach/raschet-na-prochnost</a> (Расчеты на прочность)

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в учебных пособиях к практическим занятиям и методических указаниях к курсовому проектированию.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**Разработчик**

к.т.н., доцент



Воробьев С.В.

**Рецензент**

к.т.н., доцент



Коновалов Р.С.

**Зав. каф. ПМИГ**

к.т.н., доцент



Воробьев С.В.

**Директор ИФИО**

д.т.н., проф.



Филатов Ю.В.

**Согласовано**

**Председатель УМК ИФИО**

к.х.н., доцент.



Альмяшева О.В.

**Начальник МО**

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					