

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники

В.А. Небольсин
2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Техническая механика микросистем»

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль Инженерные нанотехнологии в приборостроении

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы  /Хван Д.В./

Заведующий кафедрой
Прикладной математики и механики  /Ряжских В.И./

Руководитель ОПОП  /Липатов Г.И./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины:

формирование у обучающихся знаний об основах проектирования и основных методах расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность элементов механических конструкций.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

овладение основами статики, кинематики и динамики твердых тел и методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Техническая механика микросистем» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Техническая механика микросистем» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знает основные законы механики твердого тела для решения практических задач проектирования механических элементов микросистемной техники
	Умеет решать задачи математического анализа при проектировании механических элементов микросистемной техники
	Владеет методами анализа поведения конструктивных элементов микросистемной техники при механических воздействиях

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая механика микросистем» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические занятия	18	18

Самостоятельная работа	90	90
Курсовая работа	—	—
Виды промежуточной аттестации — зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость		
академические часы	144	144
з.е.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Лаб. зан.	Прак. зан.	СРС	Всего, час
1	Статика твердого тела	Предмет и задачи статики. Аксиомы статики. Проекция силы на плоскость. Связи и их реакции. Аналитический способ сложения сил. Равнодействующая и уравновешивающая силы. Классификация систем сил, действующих на твердое тело. Момент силы относительно точки. Момент пары сил. Теорема о параллельном переносе силы. Приведение пары сил в точку твердого тела. Главный вектор и главный момент системы сил. Условия равновесия твердого тела под действием системы сил. Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил	4	2	2	16	24
2	Напряженно-деформированное состояние несущих элементов конструкций	Предмет и задачи сопротивления материалов. Расчетная схема. Напряжения и деформации. Основные принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Классификация видов деформаций. Растяжение-сжатие. Внутренние силовые факторы. Расчеты на прочность и жесткость стержней. Энергетические методы расчета на прочность и жесткость стержневых систем. Метод Мора. Кручение. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Изгиб. Внутренние силовые факторы (поперечная сила, изгибающий момент). Расчеты на прочность и жесткость. Расчеты на жесткость при изгибе. Метод Мора. Метод сил раскрытия статической неопределимости	4	6	6	16	32
3	Механические свойства мате-	Диаграмма сжатия материала. Предел прочности. Допускаемое напряжение	2	2	2	14	20

	риалов						
4	Расчеты на устойчивость упругих систем	Задача Эйлера. Критические сила и напряжения. Гибкость стержня. Условие устойчивости сжимаемых стоек. Расчеты на устойчивость по коэффициенту уменьшения допустимого напряжения на сжатие	2	2	2	14	20
5	Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках	Колебания – собственные и вынужденные. Собственная частота колебаний. Расчеты на прочность при колебаниях. Усталостная прочность. Расчеты на прочность при циклических нагрузках.	2	2	2	14	20
6	Инженерный анализ микро-механических устройств	Напряженно-деформированное состояние круглых и прямоугольных пластин. Напряженно-деформированное состояние опорных элементов микро-механических приборов	4	4	4	16	28
Итого			18	18	18	90	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение модуля упругости и коэффициента поперечной деформации.
2. Определение прогибов и угла поворота поперечных сечений двухопорной балки.
3. Определение перемещений при косом изгибе.
4. Экспериментальная проверка теоремы о взаимности работ и перемещений.

5.3 Перечень практических занятий

1. Определение опорных реакций в местах крепления упругих элементов.
2. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии упругих элементов.
3. Расчеты на прочность при изгибе упругих элементов
4. Расчеты на жесткость упругих элементов при их изгибе.
5. Определение напряженно-деформированного состояния в упругих элементах.
6. Расчеты на устойчивость упругих элементов при их сжатии вдоль оси.
7. Расчеты на прочность при колебаниях упругих элементов.
8. Расчет прямоугольных пластин.
9. Расчет торсионов прямоугольного сечения.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Планируется выполнение 3-х расчетно-проектировочных работ (РПР) по темам:

1. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии.
 2. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе тонкостенных пластин.
 3. Расчеты на прочность прямоугольных пластин.
- Результаты сдачи РПР будут учтены при сдаче зачета по дисциплине.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знает основные законы механики твердого тела для решения практических задач проектирования механических элементов микросистемной техники	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет решать задачи математического анализа при проектировании механических элементов микросистемной техники	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владет методами анализа поведения конструктивных элементов микросистемной техники при механических воздействиях	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знает основные законы механики твердого тела для решения практических задач проектирования механических элементов микроси-	Тест	Выполнение теста на 90-100 %	Выполнение теста на 80-90 %	Выполнение теста на 70-80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

стемной техники						
Умеет решать задачи математического анализа при проектировании механических элементов микросистемной техники	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
Владеет методами анализа поведения конструктивных элементов микросистемной техники при механических воздействиях	Решение прикладных задач в области механики твердого тела	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Нормальное напряжение при растяжении стержня равно:

а) $\sigma = NF$;

б) $\sigma = \frac{F}{N}$;

в) $\sigma = \frac{N}{F}$;

г). $\sigma = N \cdot F$.

2. Изменение длины стержня при растяжении равно:

а) $\Delta l = \frac{NF}{lE}$;

б) $\Delta l = \frac{FF}{Nl}$;

в) $\Delta l = \frac{NL}{FF}$;

г). $\Delta l = NlFE$.

3. Наибольшее касательное напряжение при кручении вала равно:

а) $\tau = M_k W_p$;

б) $\tau = \frac{W_p}{M_k}$;

в) $\tau = \frac{M_k}{W_p}$;

г). $\tau = \frac{1}{M_k W_p}$.

4. Угол поворота концевых сечений вала равно:

а) $\varphi = \frac{M_k J_p}{lG}$;

$$\text{б) } \varphi = \frac{M_k G}{l J_p};$$

$$\text{в) } \varphi = \frac{J_p G}{M_k l};$$

$$\text{г) } \varphi = \frac{M_k l}{J_p G};$$

5. Условие прочности при кручении записывается в виде:

$$\text{а) } \tau = \frac{M_k}{J_p} \leq [\tau];$$

$$\text{б) } \sigma = \frac{M_k}{W_p} \leq [\sigma];$$

$$\text{в) } \tau = M_k W_p \leq [\tau];$$

$$\text{г) } \tau = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau].$$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Нормальная сила равна 10 кН. Диаметр поперечного сечения стержня 3,6 мм. Следовательно:

а) Нормальное напряжение равно 20 МПа;

б) Нормальное напряжение равно 150 МПа;

в) Нормальное напряжение равно 100 МПа;

г) Нормальное напряжение равно 0 МПа.

2. Крутящий момент равен 5 кН·м. Диаметр вала равен 50 мм. Следовательно:

а) Касательное напряжение равно 0 МПа;

б) Касательное напряжение равно 10 МПа;

в) Касательное напряжение равно 27,2 МПа;

г) Касательное напряжение равно 128,5 МПа.

3. Диаметр вала равен 100 мм. Следовательно:

а) Полярный момент инерции сечения равен 150 мм⁴;

б) Полярный момент инерции сечения равен 100 мм⁴;

в) Полярный момент инерции сечения равен 10⁷ мм³;

г) Полярный момент инерции сечения равен 0.

4. Расчетный изгибающий момент 5 кН·м; диаметр круглого поперечного сечения равен 100 мм. Следовательно:

а) Нормальное напряжение равно 10 МПа;

- б) Нормальное напряжение равно 40 МПа;
- в) Нормальное напряжение равно 163,5 МПа;
- г) Нормальное напряжение равно 52,5 МПа.

5. Диаметр круглого поперечного сечения равен 100 мм. Следовательно:

- а) Полярный момент сопротивления сечения равен 200 мм^2 ;
- б) Полярный момент сопротивления сечения равен $2 \cdot 10^5 \text{ мм}^3$;
- в) Полярный момент сопротивления сечения равен 10^5 мм^3 ;
- г) Полярный момент сопротивления сечения равен 10^6 мм^3 .

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1.

Для представленной на рис. 1 стержневой системы определить диаметр стержня при следующих значениях $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$; $b = 0,5 \text{ м}$; $a = 1 \text{ м}$; $P = 10 \text{ кН}$.

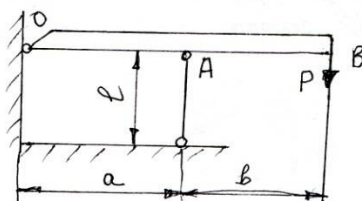


Рис. 1

Задача 2. Расчет статически определимого вала.

Для представленного на рис. 2 закрепленного одним концом вала

– определить диаметры вала при следующих значениях $[\tau] = 100 \text{ МПа}$; $M_1 = 10 \text{ кН/м}$; $M_2 = 15 \text{ кН/м}$; $l_1 = l_2 = 1 \text{ м}$.

– проверить жесткость вала, приняв модуль сдвига $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ и $[\theta] = 3 \text{ град/м}$.

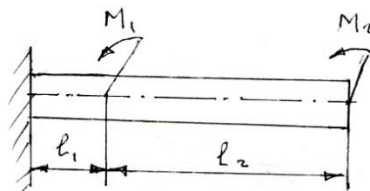


Рис. 2

Задача 3. Расчет двухопорной балки.

Для приведенной на рис. 3 двухопорной балки необходимо определить номер двутавра при следующих данных: $q = 20 \text{ кН/м}$; $M = 10 \text{ кН/м}$; $l = 1 \text{ м}$; $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

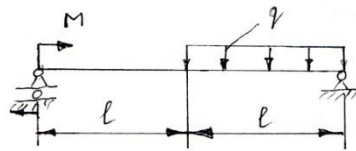


Рис. 3

Задача 4. Расчет консольной балки.

Для приведенной на рис. 4 консольной балки определить размеры трех форм поперечного сечения (круг диаметром D , прямоугольник $h=2b$; двутавр), определить размеры сечения и установить какая из рассмотренных форм сечения является выгодной с точки зрения материалоемкости при следующих данных: $P=20$ кН; $q=15$ кН/м; $l=1$ м; $[\sigma]=160$ МПа.

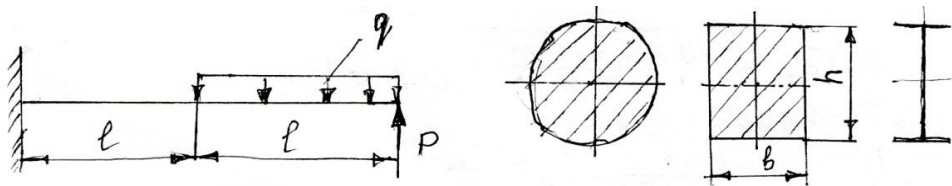


Рис. 4

Задача 5.

Стальной стержень длиной $l=3$ м и диаметром $d=50$ мм (рис. 5) сжимается силой P . Определить допустимую нагрузку на устойчивость, приняв $n_y=1,5$.

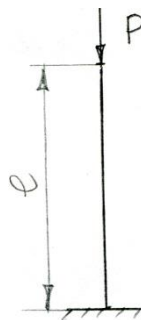


Рис. 5

Задача 6.

Стальная балка из двутавра № 12 и длиной $l=2$ м подвергается ударной нагрузке при падении груза весом 10 кН (рис. 6). Определить наименьшую высоту H , приняв $[\sigma]=100$ МПа.

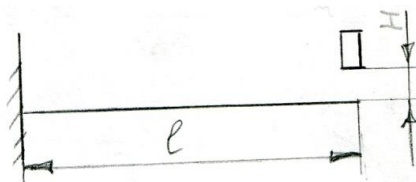


Рис. 6

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Какие принципы используются в сопротивлении материалов?
2. Дать определение понятий прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.
3. Объясните суть закона Гука.
4. Объясните суть принципы независимости действия нагрузок.
5. Что такое нормальное напряжение?
6. Что такое касательное напряжение?
7. Что такое относительная линейная деформация?
8. Что такое относительная угловая деформация?
9. Что такое нормальная сила?
10. Как записывается условие прочности при растяжении-сжатии?
11. Что такое крутящий момент?
12. Запишите условие прочности при кручении.
13. Что такое абсолютный угол закручивания?
14. Что такое относительный угол закручивания?
15. Чему равен поперечный момент сопротивления сечения круглого вала?
16. Чему равен поперечный момент инерции сечения круглого вала?
17. Что такое изгибающий момент?
18. Что такое поперечная сила?
19. Какие напряжения возникают в балке при чистом изгибе?
20. Какие напряжения возникают в балке при прямом изгибе?
21. Как определяется изгибающий момент?
22. Как определяется поперечная сила?
23. Запишите условия прочности при чистом изгибе.
24. Запишите условия прочности при поперечном изгибе.
25. Назовите виды сложного сопротивления.
26. Запишите условие прочности при косом изгибе.
27. Запишите условие прочности при внецентренном растяжении–сжатии.
28. Запишите условие прочности при изгибе с кручением.
29. Критическая сила Эйлера.
30. Коэффициент приведения длинны стержня.
31. Условия применимости формулы Эйлера.
32. Что такое коэффициент динамичности?
33. Условие прочности при ударе.
34. Условие жесткости при ударе.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой по тест-билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос и 1 стандартная задача. Каждый

правильный ответ на вопрос и решение задачи в тесте оценивается по 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 10.

Примеры зачетных тест-билетов

Билет № 1

- 1.1. Чему равен осевой момент инерции сечения балки.
1.2. Дано: диаметр стержня $d = 20$ мм, растягивающая сила $P = 10$ кН. Чему равно напряжение в стержне?

Билет № 2

- 2.1. Запишите условие прочности при чистом изгибе.
2.2. Дано: диаметр вала $d = 30$ мм, скручивающий момент $M = 10$ кНм. Чему равно наибольшее касательное напряжение в вале?

Билет № 3

- 3.1. Запишите условие прочности при растяжении-сжатии.
3.2. Дано: балка в виде стержня круглого сечения $d=4$ мм, изгибающий момент $M = 100$ Нм. Чему равно наибольшее нормальное напряжение в поперечном сечении балки?

Билет № 4

- 4.1. Запишите условие прочности при косом изгибе.
4.2. Дано: Стойка прямоугольного сечения ($h \times b$, $h \leq b$, длина l , модуль упругости E), закрепленная жестко одним концом. Чему равна критическая сила сжатия, приложенная к концу стойки?

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 5 баллов.

Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Статика твердого тела	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ
2	Напряженно-деформированное состояние несущих элементов конструкций	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ
3	Механические свойства материалов	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ
4	Расчеты на устойчивость упругих систем	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ
5	Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ
6	Инженерный анализ микромеханических устройств	ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Тимофеев В.Н. Техническая механика микросистем: Учебное пособие / В.Н. Тимофеев, А.И. Погалов, С.В. Угольников, А.М. Андрианов, О.В. Панкратов – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 177 с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 543 с.

3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики – М: Высшая школа, 2008. — 416 с.

4. Переславцева Н.С., Бестужева Н.П. Сборник задач по теоретической механике: кинематика и статика: учеб. пособие – Воронеж: ВГТУ, 2014. 198 с.

5. Воропаев А.А. Лабораторный практикум по курсу «Сопротивление материалов»: учеб. пособие / А.А. Воропаев [и др.]. – Воронеж: ВГТУ, 2002. – 133с.

6. Воропаев А.А. Методические указания к решению задач по курсу «Сопротивление материалов» (раздел «Простое деформирование») для студентов очной формы обучения [Текст] / Кафедра прикладной механики; Сост.: А.А. Воропаев, С.С. Одинг, Ф.Х. Томилов, Д.В. Хван. – Воронеж: ВГТУ, 2005. – 48 с.

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осу-

шествлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, виртуальные лабораторные работы на ПЭВМ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

Лаборатория механических испытаний в ауд. 110/2.

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий используется следующая материально-техническая база кафедры:

- 1) Иллюстрационный материал в виде плакатов по разделам курса.
- 2) Пакет виртуальных лабораторных работ.
- 3) Универсальная испытательная машина УМ-5.
- 4) Гидравлический пресс 2ПГ-250.
- 5) Испытательная машина КМ-50.
- 6) Маятниковый копер МК-30.
- 7) Установка для испытаний на прямой изгиб.
- 8) Установка для испытаний на косо́й изгиб.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Техническая механика микросистем».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Практические занятия проводятся в учебных аудиториях университета.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, озна-

	комится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Практические занятия	Практические занятия позволяют лучше понять основные теоретические положения дисциплины. Решение задач дает возможность студенту осмыслить конкретные практические приложения теории, глубже усвоить основы дисциплины. Для решения задач студент должен предварительно разобраться в материалах лекции, а также в результатах лабораторных занятий. Студенту необходимо дополнительно изучить учебную литературу с целью расширения знаний по изучаемому предмету.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего ка- федрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			