



SATBAYEV  
UNIVERSITY



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

ЦМДИГ

Калтаев А.  
2018 г.

**СИЛЛАБУС**

**GEN1702 - «Механика твердого тела»  
для специальности GEN1702- «Машиностроение»  
3 кредита (1/1/1)**

**Семестр: весенний, 2018-2019 уч. год**

Алматы, 2018  
Сатпаев Университет

**Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева**

**Кафедра «Прикладная механика и инженерная графика»**

**1. Информация о преподавателях:**

**Лектор**

Джапаев С.К.

Офисные часы: среда 11:05 – 11:55, кабинет 905 ГУК

Email [dsk364@mail.ru](mailto:dsk364@mail.ru)

**Преподаватель  
(практические занятия)**

Джапаев С.К.

Офис.часы: ср 12:10 – 13:00, 905 ГУК

Email: [dsk364@mail.ru](mailto:dsk364@mail.ru)

**Преподаватель  
(лабораторные занятия)**

Джапаев С.К.

Офис.часы: ср 12:10 – 13:00, 905 ГУК

Email: [dsk364@mail.ru](mailto:dsk364@mail.ru)

**Цель курса:** дать студентам теоретические основы и практические навыки решения инженерных задач с использованием основных уравнений и методов *механики деформируемого твердого тела*, развитие у студентов логического мышления, навыков самостоятельного продумывания, необходимых в дальнейшей работе при решении тех или иных задач естествознания и техники.

В связи с этим ставятся следующие задачи изучения дисциплины: ознакомление студентов с постановкой задач и основными уравнениями *механики деформируемого твердого тела*; обучение методом их решения для твердого упругого тела различной конфигурации при воздействии различных внешних сил и температуры.

В соответствии с целями преподавания теория упругости студенты должны: иметь представление:

- о современном состоянии проблемы и методов изучения напряженно-деформированного состояния твердых упругих тел;

знать разделы курса, посвященные:

- изучению напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела;
- основным уравнениям и методом решения задач теории упругости;
- решению конкретных задач имеющих прикладное значение в машиностроении (расчет толстостенного цилиндра, кручение брусьев некруглого сечения, контактные задачи, задачи термоупругости и др.);

уметь:

- составлять расчетные схемы;
- составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач;
- анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости;

приобрести практические навыки:

- определения напряжений, деформаций и перемещений в твердом упругом теле;
- в чтении литературы по некоторым вопросам теории упругости.

**Описание курса:** Теория напряжений. Теория деформаций. Физические уравнения. Полная система уравнений теории упругости. Методы решения задач теории упругости. Точные решения. Простейшие обратные симметричные задачи теории упругости (кручение стержней). Приближенные методы решения задач теории упругости. Плоская задача теории упругости. Элементарные решения с помощью функции напряжений. Применение уравнений плоской задачи к конкретным примерам. Плоская задача теории упругости в

полярных координатах. Осесимметричные задачи. Неосесимметричные задачи. Теория изгиба тонких плит.

**Пререквизиты:** Математика I, II, теоретическая механика, статика и прочность материалов

**Постреквизиты:** Метод конечных элементов, конечно-элементный расчет конструкции

## 2. Список литературы:

Базовая литература	Дополнительная литература
1. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. -М.: Высшая школа, 1968.	9. Григорьев А.К. Теория упругости и пластичности. - Л., 1975.
2. Киселев В.А.. Плоская задача теории упругости. - М.: Высшая школа, 1976.	10. Смагин В.М., Сарбатов Н.Г. Напряженное и деформированное состояние в точке. - Самара, 1992.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. - М: Высшая школа, 1974.	11. Достанова С.Х. и др. Плоская задача теории упругости. - Алматы, 2005.
4. Теребушко О.И. Основы теории упругости и пластичности. -М.: Наука, 1984.	12. Искакбаев А.И. Задачи механики деформируемого твердого тела. - Алматы, 2001.
5. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. -М., 1990.	13. Джапаев С.К., Абдраимова Г.А. Плоская задача теории упругости. Методические указания для выполнения самостоятельных и курсовых работ по дисциплине «Теория упругости». - Алматы, 2006
6. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1979.	
7. Безухов Н.И., Лужин О.В. Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач.– М.: Высшая школа, 1974.	
8. Рекач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости. - М.: Высшая школа, 1977.	

## 3. Календарно - тематический план:

Неделя	Тема лекции	Тема практической работы	Тема лабораторной работы	Ссылка на литературу	Задание	Срок сдачи
1	Введение.	Определение реакций опор	Построение эпюр внутренних силовых факторов.	[1], [4], [5], [10]		
1-2	Теория напряжений.	Исследование напряженного состояния в точке.	Определение тензора напряжений в точке, модули и направляющие косинусы векторов полных напряжений по трем взаимно перпендикулярным площадкам в точке.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 1	4 неделя
3	Статические уравнения теории упругости	Исследование напряженного состояния в точке.	Определение нормальных и касательных напряжений, действующее по наклонной площадке.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 1	4 неделя
4	Теория деформации	Исследование напряженного	Определение главных напряжений и направления главных площадок.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 1	4 неделя

		состояния в точке				
5	Геометрические уравнения теории упругости	Исследование деформированного состояния в точке	Определение компонентов тензора деформации, вид деформации по осям и по плоскостям углов сдвига.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 2	8 неделя
6	Связь между напряженным и деформированным состоянием	Исследование деформированного состояния в точке	Определение главных деформации и графическое изображение главных осей деформации.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 2	8 неделя
7	Основные уравнения и задачи теории упругости.	Обобщенный закон Гука	Определение деформированного состояния упругого тела, если известно напряженное состояние этого тела.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 2	8 неделя
8	Методы решения задачи теории упругости	Обобщенный закон Гука по форме Ляме	Определение напряженного состояния упругого тела, если известно деформированное состояние этого тела.	[1], [4], [5], [10]	Зад. 3	12 неделя
<b>1-Промежуточная аттестация (Midterm).</b>						8 неделя
9	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах.	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах.	Решение плоской задачи для прямоугольных односвязных областей методом полиномов	[2], [4], [5], [11], [13]	Зад. 3	12 неделя
10	Элементарные решения с помощью функции напряжений	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах.	Графическое изображение эпюр напряжений по контуру прямоугольной невесомой полосы.	[2], [4], [5], [11], [13]	Зад. 3	12 неделя
11	Применение уравнений плоской задачи к конкретным примерам.	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах.	Установление с помощью уравнений теории упругости граничные воздействия на полосу.	[2], [4], [5], [11], [13]	Зад. 4	14 неделя
12	Уравнения плоской задачи в полярных координатах	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	По заданным выражением функции напряжений в полярных координатах исследовать напряженное состояние пластины	[2], [4], [5], [11], [13]	Зад. 4	14 неделя
13	Осесимметричные задачи	Задача Ляме.	Расчет толстостенной трубы.	[2], [4], [5], [11], [13]	Зад. 4	14 неделя
14	Неосесимметричные задачи.	Задача Кирша.	Растяжение пластины с круглым отверстием	[2], [4], [5], [11], [13]		14 неделя
15	<b>Вторая финальная аттестация (Endterm).</b>					15 неделя
<b>Экзамен</b>						

\*В календарно – тематическом календаре возможны изменения с учетом праздничных дней

### График сдачи требуемых работ

№	Виды контроля	Недели
---	---------------	--------

п/п		Макс балл недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого макс баллов
1	Активность на лекционных обсуждениях	0,5		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		6
2	Активность на практических занятиях	0,5		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		6
3	Активность на лабораторных занятиях	0,5		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		6
4	Контрольные работы	2,5				*				*				*			*	10
5	СРС	4				*				*				*			*	16
6	1-я промежуточная аттестация (Midterm)	8,0								*								8
7	2-я финальная аттестация (Endterm)	8,0															*	8
8	Итоговый экзамен	40																40
9	Всего в сумме																	100

#### 4. Задания и краткие методические указания по их выполнению:

##### ✓ Самостоятельная работа студента (СРС):

**Задание 1.** Исследование напряженного состояния в точке.

Условие задания.

а) Определение тензора напряжений в точке, модули и направляющие косинусы векторов полных напряжении по трем взаимно перпендикулярным площадкам в точке.

б) Графическое изображение компонентов тензора напряжений в точке по трем взаимно перпендикулярным площадкам.

в) Определение нормальных и касательных напряжений, действующее по наклонной площадке. Графическое изображение наклонной площадки и построение векторов нормальных и касательных напряжений, действующее по наклонной площадке.

г) Определение главных напряжений и направления главных площадок.

д) Определение нормальных и касательных напряжений на произвольной площадке через главные напряжения.

**Задание 2.** Исследование деформированного состояния в точке.

Условие задания.

а) Определение компонентов тензора деформации, вид деформации по осям и по плоскостям углов сдвига. Графическое изображение деформированного состояние тела.

б) Определение главных деформации и графическое изображение главных осей деформации.

в) Определение тензора напряжений и тензора деформации по заданным полям перемещений.

**Задание 3.** Исследование напряженно-деформированного состояния тела и нагрузок на его поверхности по заданному решению задачи теории упругости в перемещениях.

Условие задания.

а) По заданным перемещениям с помощью формул Коши найти деформации как функции координат.

б) По найденным деформациям с помощью закона Гука в обратной форме найти напряжения как функции координат.

в) Из уравнений равновесия найти объемные силы, действующие на тело.

г) С помощью граничных условий в напряжениях определить поверхностные силы, действующие на каждую поверхность, ограничивающую заданное тело.

д) Интегрированием поверхностных сил, действующих на торцах, найти усилия, приложенные к этим торцам. По сочетанию этих усилий классифицировать случай загрузки тела, если его рассматривать как стержень.

**Задание 4.** Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях.

Условие задания.

а) Убедиться, что предложенная функция напряжений является бигармонической.

б) Найти выражения для напряжений  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ .

в) В выражениях для напряжений найти значения неопределенных констант, используя граничные условия на контуре пластины. При этом на торцах стержня граничные условия можно записывать в интегральной форме, т.е. в усилиях, если в напряжениях их выполнить невозможно.

г) Сравнить полученное решение плоской задачи теории упругости с решением той же задачи с помощью элементарной теории сопротивления стержня.

д) Для количественной оценки расхождения теории сопротивления стержня и теории упругости построить эпюры нормальных напряжений в сечении на расстоянии  $2c$  от правого торца, считая, что  $L = 10c$ .

✓ **Совместная работа с преподавателем (СРСР):**

Контрольная работа 1. Тема: Исследование напряженного состояния в точке.

Контрольная работа 2. Тема: Исследование деформированного состояния в точке.

Контрольная работа 3. Тема: Исследование НДС тела и нагрузок на его поверхности по заданному решению задачи теории упругости в перемещениях.

Контрольная работа 4. Тема: Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях.

✓ **Рубежный контроль:**

Представляют собой самостоятельное решение задач по пройденным темам под руководством преподавателя. Задания будут представлены во время офис-часов. Они обязательны для выполнения всеми студентами, как текущая самостоятельная работа. При выполнении контрольных работ Вы должны использовать знания, полученные из учебников и занятий.

✓ **Экзамен:**

Экзамен охватывает и обобщает весь материал курса. Экзамен проводится в письменной форме и охватывает разные типы заданий: вопросы по теории, охватывающие пройденный лекционный материал, практическое решение конкретных задач. Продолжительность экзамена 2 академических часа.

## 5. Критерии оценивания работ:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент оценки	Критерий
<b>A</b>	<b>95 – 100</b>	Правильность и полнота ответов и решения задач, аккуратность и точность изложения, расчетов и своевременная сдача, презентабельность и коммуникативность на защите.
<b>A -</b>	<b>90 – 94</b>	Правильность и полнота ответов и решения задач. Своевременная сдача, презентабельность и коммуникативность на защите.
<b>B +</b>	<b>85 – 89</b>	Правильность и полнота ответов и решения задач. Своевременная сдача, презентабельность и коммуникативность на защите. Но допущены неаккуратность в оформлении работы.
<b>B</b>	<b>80 – 84</b>	Правильность и полнота ответов и решения задач. Своевременная сдача, презентабельность и коммуникативность на защите. Но допущены незначительные ошибки в математических расчетах.

<b>B -</b>	<b>75 – 79</b>	Правильность и полнота ответов и решения задач.
<b>C +</b>	<b>70 – 74</b>	Работа выполнена в полном объеме. Имеются пробелы в теоретическом материале.
<b>C</b>	<b>65 – 69</b>	Работа выполнена в полном объеме. Имеются ошибки в расчетах, пробелы в теоретическом материале.
<b>C -</b>	<b>60 – 64</b>	Работа выполнена в полном объеме. Имеются ошибки в расчетах, пробелы в теоретическом материале. Незнание методики выполнения работы. Ответ не дан.
<b>D +</b>	<b>55 – 59</b>	Работа выполнена в неполном объеме. Приведены некоторые правильные необходимые формулы или теоретические выкладки, или законы. Дано частичное решение.
<b>D</b>	<b>50 – 54</b>	Работа выполнена в неполном объеме. Приведены некоторые правильные необходимые формулы или теоретические выкладки, или законы. Нет полного решения.
<b>F</b>	<b>0 – 49</b>	Не выполнено. Отсутствие без уважительных причин.

*\*Возможно получение бонусных баллов за выполнение дополнительных заданий*

#### **6. Политика поздней сдачи работ:**

Требуется своевременное и полное выполнение всех видов работ. Задания должны быть выполнены в письменном виде и сданы по мере выполнения согласно срокам. Будет учитываться своевременность выполнения и сдачи работ. Предусматривается уменьшение максимального балла на 10% за несвоевременно сданные работы. Если Вы не укладываетесь в календарные сроки сдачи работ по уважительным причинам, Вы должны предупредить преподавателя заранее до срока сдачи работ.

#### **7. Политика посещения занятий:**

Посещение лекционных, лабораторных и практических занятиях обязательна и является одной из составляющих Вашего итогового балла/оценки. Пропуск занятия может повлиять на Вашу успеваемость и итоговую оценку. Каждые два опоздания и/или уходы до окончания занятия *по любым причинам* будут считаться как *одно пропущенное занятие*. Однако посещение занятий само по себе еще не означает увеличение баллов. Необходимо Ваше постоянное активное участие на занятиях. Обязательным требованием курса является подготовка к каждому занятию. Необходимо просматривать указанные разделы учебника и дополнительный материал не только при подготовке к практическим занятиям, но и перед посещением соответствующей лекции. Такая подготовка облегчит восприятие Вами нового материала и будет содействовать Вашему активному приобретению знаний в стенах университета. Студенты пропустившие 20% занятий, не допускаются к сдаче экзаменов и получают итоговую оценку «F».

#### **8. Политика академического поведения и этики:**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимо подсказывание и списывание во время экзаменов, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

Рассмотрена на заседании кафедры «Прикладная механика и инженерная графика». Протокол №1 от 17 августа 2018 г.

Составил: ассистент-профессор, к.т.н.



Джапаев С.К